职业教育机电类专业教学用书

AutoCAD 2022 机械制图项目教程

AutoCAD 2022 Jixie Zhitu Xiangmu Jiaocheng

主　编　杨志义

中国教育出版传媒集团
高等教育出版社·北京

内容简介

本书是职业教育机电类专业教学用书，主要介绍使用 AutoCAD 2022 绘制机械图样的方法与技巧。通过总结企业实际工作经验，本书采用“分模块设任务”的形式将 AutoCAD 软件常用的功能集中到若干任务中，以任务驱动教学。同时本书配套了大量的练习，这不但有助于提高学生的学习兴趣并降低教师的教学组织难度，而且有助于学生提早适应企业的设计环境。

本书共分为 9 个模块，包括认识 AutoCAD 2022、绘制二维图形、设置图元属性、尺寸标注与文字注释、参数化绘图、绘制复杂二维图形、三维造型、创建工程图、打印图样。

本书配套 AutoCAD 图样源文件、电子课件等辅教辅学资源，请登录高等教育出版社新形态教材网（https://abooks.hep.com.cn）获取相关资源。详细使用方法见本书最后一页“郑重声明”下方的“学习卡账号使用说明”。

本书可作为职业院校机械、机电类专业的教学用书，也可作为企业工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

AutoCAD 2022 机械制图项目教程 / 杨志义主编. --北京：高等教育出版社，2023.6

ISBN 978-7-04-060058-2

Ⅰ. ①A… Ⅱ. ①杨… Ⅲ. ①机械制图-计算机辅助设计-AutoCAD 软件-职业教育-教材 Ⅳ. ①TU204

中国国家版本馆 CIP 数据核字（2023）第 034766 号

策划编辑 王佳玮　　责任编辑 王佳玮　　封面设计 张志奇　　版式设计 徐艳妮
责任绘图 黄云燕　　责任校对 张　然　　责任印制 存　怡

出版发行 高等教育出版社
社　　址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印　　刷 北京市密东印刷有限公司
开　　本 889mm×1194mm　1/16
印　　张 17.75
字　　数 370 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网　　址 http://www.hep.edu.cn
　　http://www.hep.com.cn
网上订购 http://www.hepmall.com.cn
　　http://www.hepmall.com
　　http://www.hepmall.cn

版　　次 2024 年 1 月第 1 版
印　　次 2024 年 1 月第 1 次印刷
定　　价 49.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 60058-00

前 言

党的二十大报告指出，要推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。在实现新型工业化，实现制造强国、数字中国过程中，CAD/CAM 技术至关重要，也是现代装备制造类科技人才、卓越工程师、高技能人才必须掌握的技术。

AutoCAD 是专业的计算机辅助设计软件，具有强大的二维绘图和三维造型功能，广泛应用于机械设计、工业设计、建筑设计、服装设计等领域。AutoCAD 工作界面易于使用，命令操作方便，学习难度不高。

学习 AutoCAD 软件的关键是理解 AutoCAD 软件中各个命令的功能，并熟练使用这些命令，从而为后续的学习与工作打好基础。软件的本质是工具，同其他实际操作类课程一样，采用“任务驱动”的教学方法，有助于提高学生的学习兴趣，也利于教学的组织开展。

本书以 AutoCAD 2022 为载体展开介绍，通过“分模块设任务”的形式，将 AutoCAD 软件常用的功能，通过合理规划集中到若干任务中，针对完成任务需要用到的命令与操作方法，通过实操性的介绍来引导学生学习，使学生在操作的过程中理解命令的功能，从而更好地进行任务实施。同时，本书配套了大量的习题，以不断强化学生操作工具的能力，从而掌握软件的使用方法。

本书共分为 9 个模块，各模块内容简要介绍如下：

模块一　认识 AutoCAD 2022：认识 AutoCAD 2022 的工作界面并掌握其基本操作。

模块二　绘制二维图形：学习常见平面图形的绘制方法和编辑方法，包括直线、圆弧等图元的绘制与编辑等。

模块三　设置图元属性：学习图元属性的设置方法，特别是图层的创建和编辑。

模块四　尺寸标注与文字注释：学习尺寸标注与文字注释的创建方法。

模块五　参数化绘图：学习几何约束和尺寸约束的绘图方法。

模块六　绘制复杂二维图形：专项学习绘制相切圆弧、周期性阵列、零件装配图的方法。

模块七　三维造型：学习创建三维模型、用户坐标系和三维标注尺寸的方法。

模块八　创建工程图：学习三视图的创建方法、零件工程图的不同创建方法，以及剖视图的创建方法。

模块九　打印图样:学习模型空间和布局空间的打印方法,特别是在布局空间中打印多个零件图样的方法。

为方便教学开展及学生自学,本书配套资源包含了书中用到的 AutoCAD 图样源文件,按照本书最后一页“郑重声明”下方使用说明,登录网站(https://abooks.hep.com.cn),可获取相关资源。

本书由江门市技师学院杨志义担任主编,黄杰昌、尹平、欧钦庆担任副主编,参与编写的有王萍萍、黄立超、李国荣。本书是校企合作教材,广东省机械研究所有限公司、宝威塑胶工程(惠州)有限公司的技术人员为本书提供了技术支持。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。读者意见反馈信箱:zz_dzyj@pub.hep.cn。

编　者

2023 年 10 月

HEP

目 录

模块一 认识 AutoCAD 2022 1

任务 体验 AutoCAD 2022 1

模块二 绘制二维图形 15

任务 1 绘制楔块 15
任务 2 绘制切片 24
任务 3 绘制把手 35
任务 4 绘制掰手器 51
任务 5 编辑十字零件 63

模块三 设置图元属性 69

任务 设置图层、颜色及线型 69

模块四 尺寸标注与文字注释 86

任务 1 标注紧块 86
任务 2 标注轴 105
任务 3 标注旋转螺母 122

模块五 参数化绘图 138

任务 1 绘制垫片 138
任务 2 绘制切片 151

模块六 绘制复杂二维图形 164

任务 1 绘制蝴蝶 164
任务 2 绘制棘轮 173

任务 3 装配螺旋千斤顶 182

模块七 三维造型 191

任务 1 绘制带轮 191
任务 2 绘制弯管 207

模块八 创建工程图 220

任务 1 补画视图 220
任务 2 创建叉块工程图 226

模块九 打印图样 238

任务 打印防护板 238

附录 A AutoCAD 常用快捷键 271

附录 B 提高练习操作过程视频二维码 272

参考文献 276

HEP

模块一

认识 AutoCAD 2022

在学习使用 AutoCAD 2022 绘制图形前，必须先熟悉其工作界面，了解其工作界面的组成及各菜单的功能，并对其基本操作有一定的了解，为后续的学习作铺垫。最好的学习方法就是通过实践来了解和感知软件的使用方法。

任务　体验 AutoCAD 2022 >>>

任务目标

- 能对 AutoCAD 2022 有较全面的认识。
- 能完成 AutoCAD 2022 的基本操作。

任务导入

绘制如图 1-1 所示简单的平面图形，并以文件名“初识 CAD”保存。

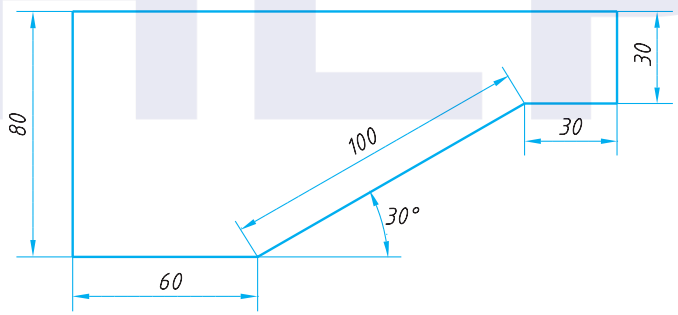


图 1-1　简单的平面图形

任务分析

该平面图形由直线构成，其中直线的形式有水平线、竖直线和具有一定角度的倾斜直线。由于图形简单，标注明了，可通过启用正交模式，使用“直线”命令绘制，一气呵成。任务要求按指定的文件名保存到指定的文件夹中。

知识准备

1. AutoCAD 2022 软件简介

AutoCAD 是由 Autodesk 公司开发的一款计算机辅助设计软件，目前广泛应用于机械设计、工业设计、电子电路设计和建筑设计等领域。AutoCAD 具有强大的绘图功能，不仅可绘制二维工程图，而且还可以用于三维建模，生成逼真的三维模型。此外，AutoCAD 还可以在其原有的基础上支持二次开发，使其应用的领域更加宽广，同时具有简单易学的特点，是应用广泛的 CAD 软件。

2. 工作界面构成

AutoCAD 2022 的工作界面分别提供了草图与注释、三维基础和三维建模三种工作空间。草图与注释工作空间用于绘制二维图形，它也是 AutoCAD 2022 默认的工作空间，三维基础和三维建模工作空间用于绘制三维实体。用户还可以将自定义的工作空间进行保存，对工作空间进行设置，使其具有个性化。

启动 AutoCAD 2022 后，可以打开如图 1-2 所示的工作界面，它主要由标题栏、应用程序菜单、快速访问工具栏、功能区、绘图区、命令窗口和状态栏等组成。

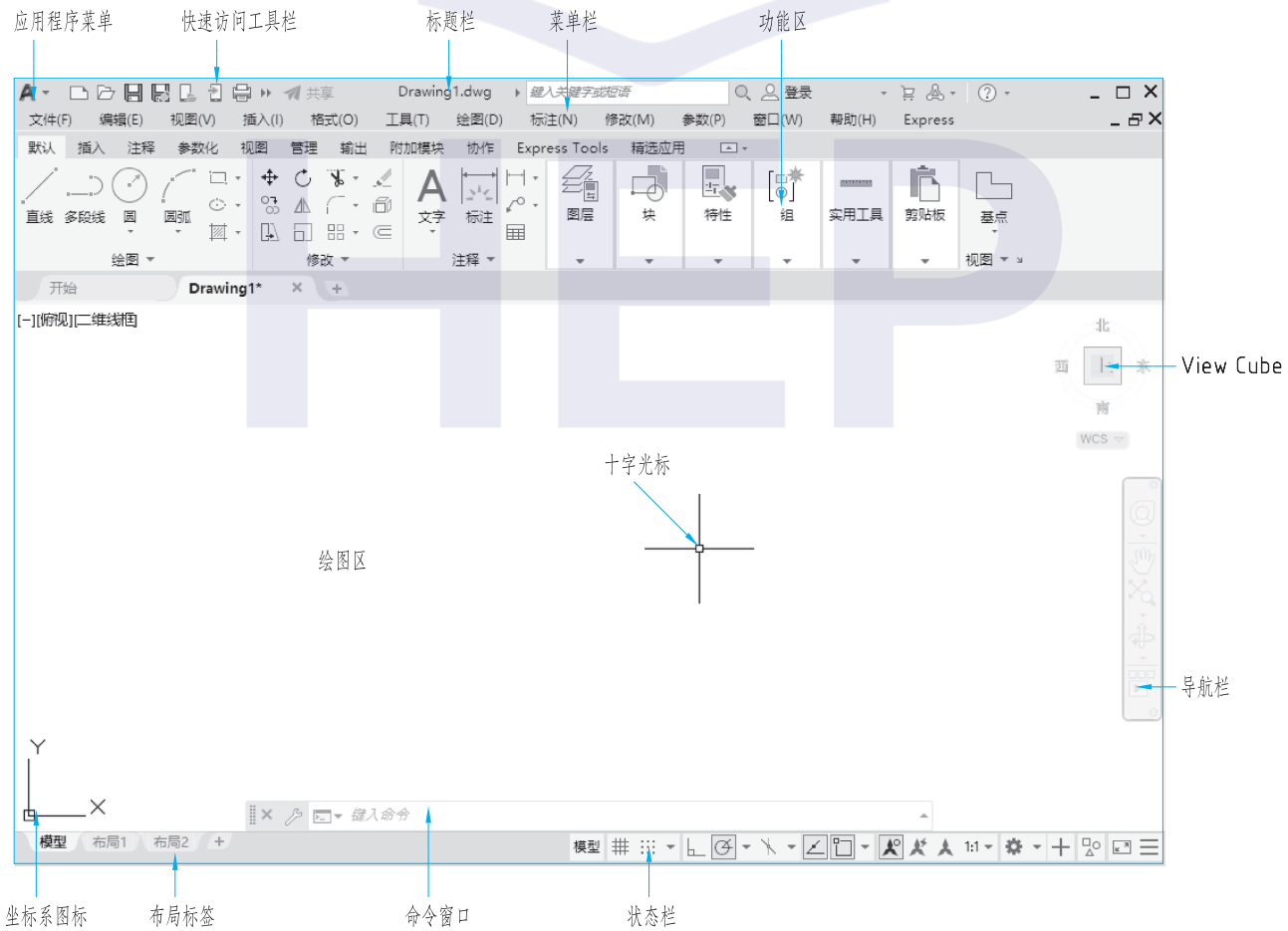


图 1-2　AutoCAD 2022 工作界面

2.1　应用程序菜单

单击 A 按钮即可打开应用程序菜单。主要功能包括对文件进行管理，如新建文件、打开文件、保存文件、另保存文件、输出文件（输出不同格式的文件，如 PDF 格式的文件）、发布及打印文件等。

2.2　标题栏

标题栏位于 AutoCAD 2022 工作界面的最顶部，主要包括快速访问工具栏、当前正在工作的文件名称及窗口控制按钮等。

2.3　菜单栏

菜单栏位于标题栏的正下方，AutoCAD 2022 将常用的绘图工具、图形管理和编辑等工具都分门别类地集中在这些下拉菜单中，一共有 13 个主菜单，各主菜单的功能将在后续的模块中介绍。

技术指导

若用户在草图与注释工作空间中没有显示菜单栏，可在屏幕左上角的快速访问工具栏中单击下拉按钮，在弹出的下拉菜单中选择【显示菜单栏】命令即可，如图 1-3 所示。

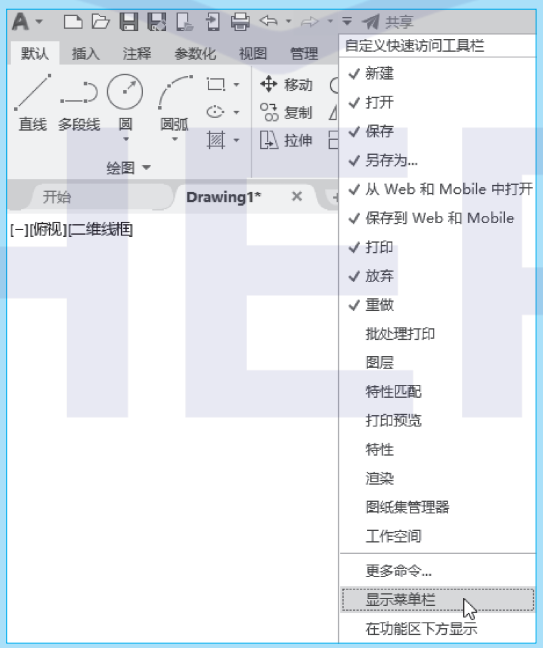


图 1-3　选择【显示菜单栏】命令

需要特别指出的是，考虑到后续操作的方便，本书将以启用【显示菜单栏】命令的状态来进行介绍，为此请读者在学习时，先行启用【显示菜单栏】命令。

2.4　功能区

AutoCAD 2022 为了使程序界面更加简洁有序，将以往的工具按钮分门别类集中在多个选

项卡内，用户在选择工具按钮时，只需先打开相应的选项卡，再进行选择即可，而且可以将功能区最小化为选项卡或面板标题等形式，使绘图区最大化。

2.5 绘图区

绘图区位于工作界面的正中央，图形的设计与编辑都在此区域内进行。

2.6 命令窗口

命令窗口位于绘图区的下方，它是 AutoCAD 2022 与用户交流的窗口，因为它可以提示和显示用户当前的操作。用户若需要查看以前的绘图操作过程，按下 F2 键可打开命令历史窗口，以更加详细地了解整个操作过程。

技术指导 初学者由于刚开始接触 AutoCAD 2022 的相关命令，并不熟悉各命令的操作过程，因此一定要多留意命令窗口的内容，以按其提示绘图，从而提高绘图与学习的效率。

2.7 状态栏

状态栏位于 AutoCAD 2022 工作界面的底部，用于显示当前的操作状态，如切换捕捉模式、正交模式和对象捕捉追踪等模式。

3. AutoCAD 2022 基本操作

在 AutoCAD 2022 软件中进行工作时离不开其基本的操作，如命令的调用、视图的控制管理、图形对象的选择、绘图单位及绘图区域的设置等。

3.1 调用命令

下拉菜单的命令布局是很多软件通常采用的布局方式，有助于分类和节省空间，达到快速选择命令的效果。同时，为了提高操作效率，AutoCAD 软件与其他计算机软件一样，以形象直观的图标按钮来代替命令，用户只需要单击工具栏或功能区的命令按钮即可激活所调用的命令。为了更好地实现人机对话，用户只要将鼠标指针放在命令按钮上停留数秒，系统则自动显示该按钮所代表的命令，并以图文的形式解释其定义与使用效果，从而帮助初学者实现快速学习。

除了以上调用命令的方法外，用户还可以通过键盘发出命令，按各个命令相对应的功能键或快捷键即可。常用的功能键见表 1-1，初学者需在实践中牢记，从而提高绘图的效率。

表 1-1 常用的功能键

功能键	功能	功能键	功能
F1	获取帮助	F5	等轴测平面切换
F2	以文本方式打开命令窗口	F6	控制状态行上坐标的显示方式
F3	对象捕捉控制	F7	栅格显示模式控制
F4	数字化仪控制	F8	正交模式控制

续表

功能键	功能	功能键	功能
F9	栅格捕捉模式控制	Ctrl+V	粘贴剪贴板上的内容
F10	极轴模式控制	Ctrl+X	剪切所选择的内容
F11	对象追踪模式控制	Ctrl+N	新建图形文件
F12	动态输入	Ctrl+O	打开文件
Delete	删除	Ctrl+S	保存文件
Ctrl+A	全选	Ctrl+Z	取消前一步的操作
Ctrl+B	栅格捕捉模式控制(同 F9)	Ctrl+0	清屏
Ctrl+C	将选择的对象复制到剪贴板上	Ctrl+1	打开“特性”对话框

3.2　选择图形对象

对图形进行编辑前必须选择所需编辑的对象,AutoCAD 2022 提供了多种灵活的选择方式,用户可根据需要选择不同的选择方式,以提高选择的效率。常用的选择方式有如下三种。

(1) 点选

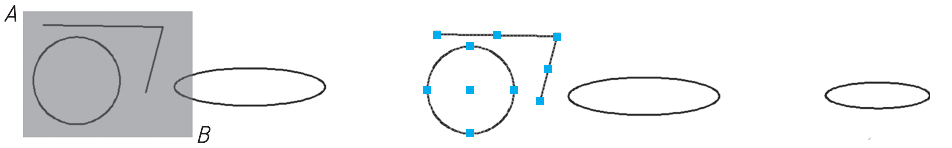
使用鼠标直接单击对象是最基本、最常用的选择方法,一次只能选择一个对象;也可以按住 Ctrl 键同时连续单击对象,实现同时选择多个对象,被选择的对象以虚线的形式显示。

(2) 窗口选择

当选择的对象比较多,而且对象的分布比较集中时,可采用矩形窗口选择的形式实现一次性选择多个对象。

当系统提示选择对象时或在执行某个命令前,在需要选择对象的左上方或左下方单击,接着按住鼠标左键向右上或右下拖动鼠标,绘制一个矩形窗口,被该窗口完全包围的对象为被选中的对象。

打开本书配套资源包中的“素材/模块一　认识 AutoCAD 2022”文件夹中的“窗口选择 . dwg”文件,单击【默认】选项卡【修改】组中的【删除】按钮,系统提示“选择对象”,在如图 1-4a 所示的 *A* 点处,按住鼠标拖曳至右下角的 *B* 点处,绘制一个矩形窗口则该窗口内所包含的对象都被选择,系统以蓝色方格显示,如图 1-4b 所示。按 Enter 键确认,结果如图 1-4c 所示。



(a) 窗选对象　(b) 被选择的对象显示　(c) 删除效果

图 1-4　矩形窗口选择对象

技术指导

一般情况下用空格键或单击右键可代替 Enter 键,起到确认的效果,后续的介绍将采用空格键代替 Enter 键。用户若先选择对象再选择相应的编辑命令,亦可达到相同的效果。

(3) 窗口交叉选择

与窗口选择不同的是,窗口交叉选择是从右下角或右上角开始,即其选择方向为从右到左,与该矩形窗口相交及窗口内的所有对象都被选中。操作方法与窗口选择方法一样,用户可自行操作对比。

技术指导

在选择对象进行编辑修改的过程中,往往遇到未能一次就将所需要的对象都选上或多选了一些对象的情况,这时需要进行补选或将多余的对象去除选择。当需要继续添加对象时可通过点选、窗口选择或窗口交叉选择进行添加。若要去除选择,在按住 Shift 键的同时选择需要去除选择的对象。或选择了对象后,在命令行,输入“re”,按空格键,此时再选择需要去除的对象即可。

3.3 撤销与恢复命令

当用户需要撤销已执行的操作时,可通过使用【放弃】命令进行撤销。若需要恢复刚才撤销的操作,可通过【重做】命令进行恢复。在标准工具栏上有对应的【撤销】按钮 和【重做】按钮 。

在实际绘图中经常会遇到启用了某个命令,已选择对象,却需终止该命令的情况,此时用户可通过按 Esc 键进行取消。

3.4 平移与缩放视图

在实际应用中一般采用鼠标的滚轮进行平移或缩放视图,前后滚动滚轮时可对图形进行放大或缩小,从而方便察看,若按住滚轮并拖曳鼠标,则可移动图形。

若需将绘图区中的所有对象以充满整个绘图窗口的形式显示,可在菜单栏选择【视图】→【缩放】→【范围】命令,或输入“Z”并按空格键,系统提示:

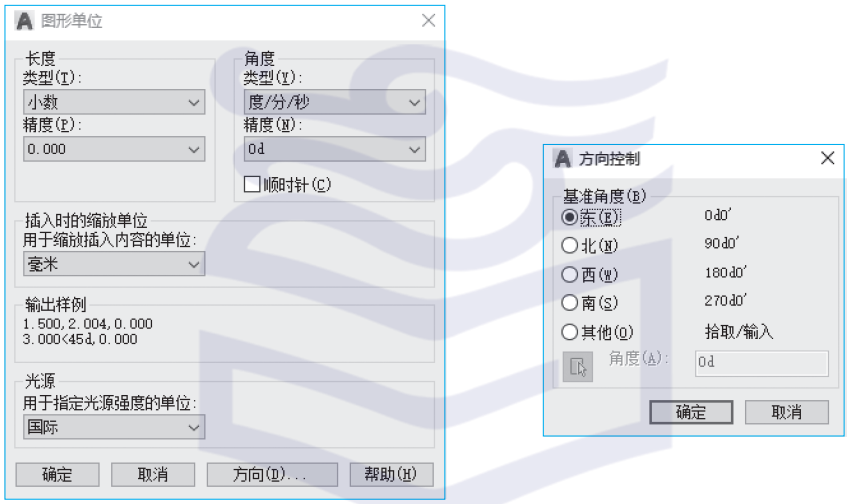
```
命令: z ZOOM                                          //输入 Z
指定窗口的角点,输入比例因子 (nX 或 nXP),或者
[全部(A)/中心(C)/动态(D)/范围(E)/上一个(P)/比例(S)/窗口(W)/对象(O)] <实时>:A
                                                      //输入 A,按空格键
```

则系统将整个绘图边界区域都显示在屏幕中。

3.5　设置绘图单位及精度

在进行绘图前需设置工作环境，如设置长度单位、角度单位及各自的精度等。

设置方法：在菜单栏选择【格式】→【单位】命令，系统弹出【图形单位】对话框，如图 1-5a 所示。这里设置【长度】单位为【小数】，【精度】为【0.000】，【角度】单位为【度/分/秒】，【精度】为【0d】，其他参数采用默认值。单击【方向】按钮，系统弹出【方向控制】对话框，如图 1-5b 所示，在【基准角度】选项组中选择【东】单选按钮，单击【确定】即可。



(a)【图形单位】对话框　　(b)【方向控制】对话框

图 1-5　设置设置绘图单位及精度

3.6　设置绘图区域

设置绘图区域的目的是对图形的界限进行定义，相当于绘图前先准备图纸，使接下来的图形在这个区域内绘制，从而便于视图的调整与观察、编辑等。

这里介绍设置绘图区域为 A3 横向放置的图形界限的方法。在菜单栏选择【格式】→【图形界限】命令，系统提示：

```
命令：'_limits
重新设置模型空间界限：
指定左下角点或［开(ON)/关(OFF)］<0.000,0.000>：  //在绘图区单击一点，指定第一点
指定右上角点 <543.493,407.665>：@420,297          //输入与第一点相对的另一点
```

则接下来的图形绘制只能在该区域内进行，用户亦可重新设置区域的大小。

3.7　鼠标的使用

鼠标左键：一般用于选择图形对象。

鼠标中键：向前滚动鼠标滚轮可对图形进行放大，向后滚动鼠标滚轮可对图形进行缩小。若按住鼠标滚轮不放，则可平移图形，连续按两下中键可显示全部图形。

鼠标右键：在不同的位置或场景中会有不同的功能，一般情况下在对执行中的命令单击鼠

标右键时可起到确认的作用。

4. 更改绘图区背景的颜色

单击按钮 A 选择【选项】命令，系统弹出【选项】对话框，如图 1-6 所示，打开【显示】选项卡。

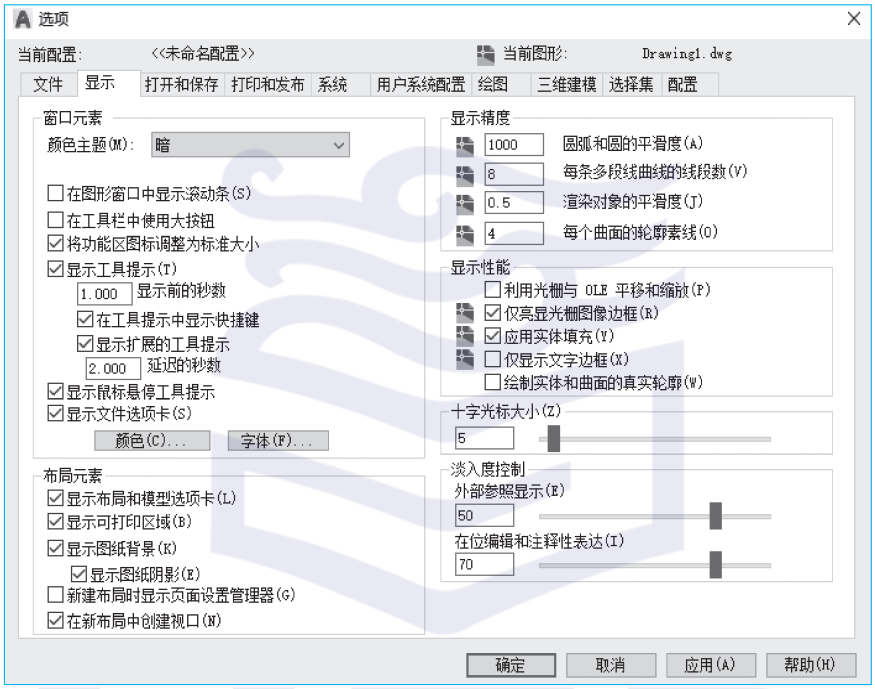


图 1-6 【选项】对话框

单击【颜色】按钮，系统弹出【图形窗口颜色】对话框，如图 1-7 所示。在【颜色】下拉列表框中选择所需要的颜色，如欲将绘图背景由原来的黑色调整为白色，则可在此处选择【白】选项，单击【应用并关闭】按钮及【确定】按钮即可将绘图区背景颜色更改为白色。

技术指导

当打开的文件中发现圆弧或曲线段显示不光滑，而是以细小线段的形式来逼近圆时，用户可在如图 1-6 所示的【显示精度】选项组中将平滑度与线段数的精度提高。

对于其他不同选项卡，用户可打开自行尝试，以了解更多的设置方法。

5. 在 Word 文档中插入 AutoCAD 图形

先将 AutoCAD 图形复制到剪贴板，然后在 Word 文档中粘贴图形。须注意的是，由于 AutoCAD 默认背景颜色为黑色，而 Word 背景颜色为白色，所以在插入前首先应将 AutoCAD 图形背景颜色改成白色。另外，AutoCAD 图形插入 Word 文档后，往往空边过大，效果并不理想，此时需利用 Word 的图片工具栏上的裁剪功能进行修整。

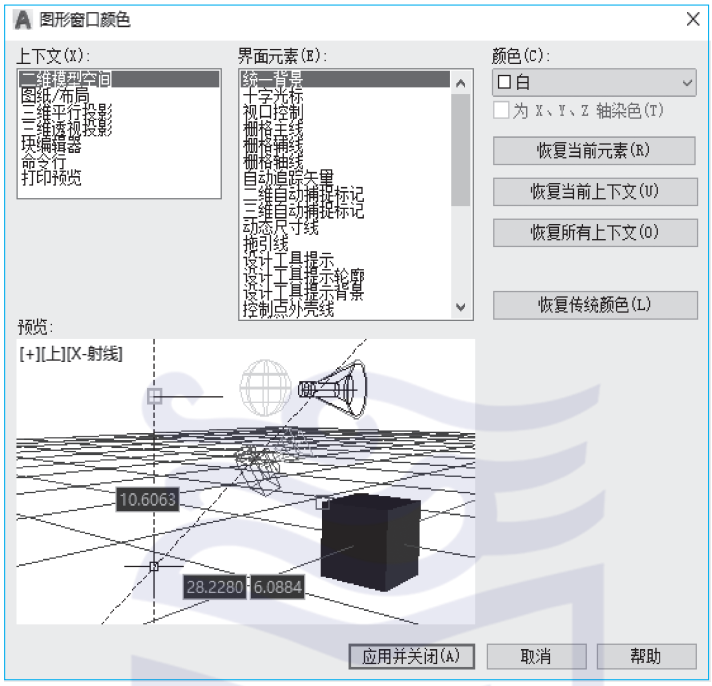
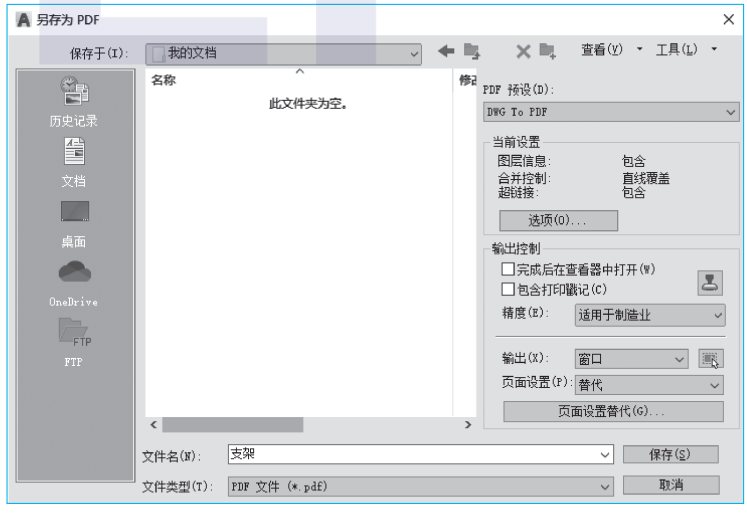


图 1-7　【图形窗口颜色】对话框

6. 将图档以 PDF 格式输出

打开本书配套资源包中的“素材/模块一　认识 AutoCAD 2022/PDF. dwg”文件，单击按钮 A，选择【输出】→【PDF】选项，如图 1-8a 所示，弹出【另存为 PDF】对话框，如图 1-8b 所示，将保存路径设置为“我的文档”，输入文件名为“支架”。在【PDF 预设(D)】下拉列表框中

(a) 选择输出格式

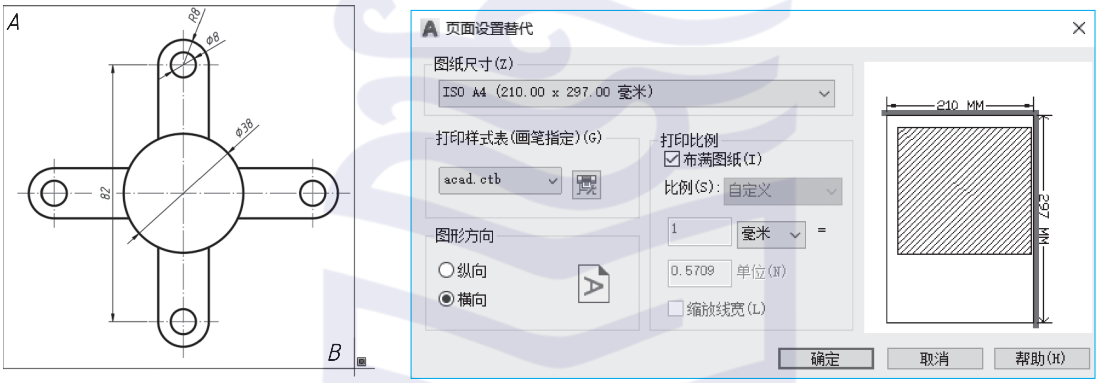


(b)【另存为PDF】对话框

图 1-8　输出 PDF 格式文件

选择【DWG To PDF】选项，在【精度】下拉列表框中选择【适用于制造业】选项，在【输出】下拉列表框中选择【窗口】选项，单击【窗选】按钮。

系统切换为图形界面，在绘图区中以矩形形式窗选图形，如图 1-9a 所示，由 *A*、*B* 两对角点组成的矩形确定所需输出的图形。继续在【另存为 PDF】对话框中的【页面设置】下拉列表框中选择【替代】选项，单击【页面设置替代】按钮，系统弹出【页面设置替代】对话框，设置【图纸尺寸】为【ISO A4(210.00×297.00 毫米)】、【打印样式表(画笔指定)】为【acad.ctb】、【打印比例】为【布满图纸】、【图形方向】为【横向】，如图 1-9b 所示，单击【确定】按钮。



(a) 窗选图形　　(b) 设置图纸格式

图 1-9　设置输出图形对象与图纸大小

在【另存为 PDF】对话框中单击【保存】按钮，即可将图形以 PDF 格式输出至“我的文档”文件夹中。

任务实施

在桌面上双击 AutoCAD 2022 图标，或单击【开始】→【所有程序】→【Autodesk】→【AutoCAD 2022-Simplified Chinese】→【AutoCAD 2022-Simplified Chinese】命令，启动 AutoCAD 2022 软件。在屏幕左上角的快速访问工具栏中单击下拉按钮，在弹出的下拉菜单中选择【显示菜单栏】选项，将菜单栏调出来。

技术指导

安装后第一次启动 AutoCAD 2022 时，系统并没有将【显示菜单栏】命令启用，为此这里先将菜单栏显示出来。同时，系统还会在绘图区会显示出栅格，以方便定位，但是实际应用中为了使整个绘图区简洁，一般将栅格切换为不显示状态，可通过按下 F7 键进行切换。

在键盘上按下 F8 键，打开正交模式。在【默认】选项卡【绘图】面板中单击【直线】按钮，系统在命令行提示“LINE 指定第一个点：”在绘图区的适合位置(图 1-10 中的 *A* 点)单

击，向下移动光标使所绘直线成垂直状态（图 1-10），用键盘输入“80”，并按 Enter 键或空格键，结果为图 1-11a 中的直线 1。

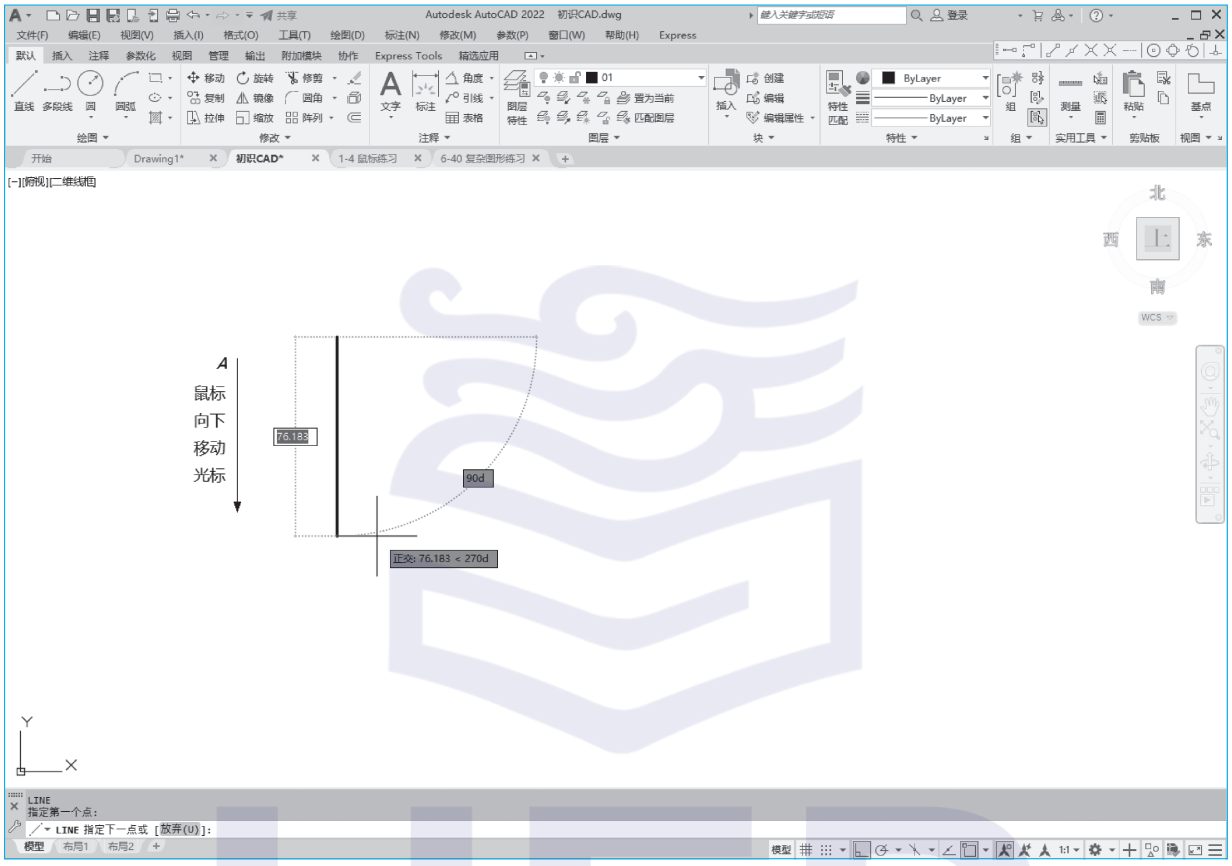


图 1-10　绘制图形起始点

技术指导

打开正交模式有助于直接绘制水平直线或垂直直线。为了适应更多的定位和捕捉图形的需要，AutoCAD 2022 还提供了栅格、捕捉、极轴追踪和对象捕捉等辅助绘图工具，以方便用户精准定位，这些功能将在后续的任务中介绍。

继续向右移动光标，输入“60”，按空格键，按 F8 以关闭正交模式，输入“@ 100”，按 Tab 键，输入“30”，按空格键，按 F8 以启用正交模式，向右移动光标，结果如图 1-11a 所示。

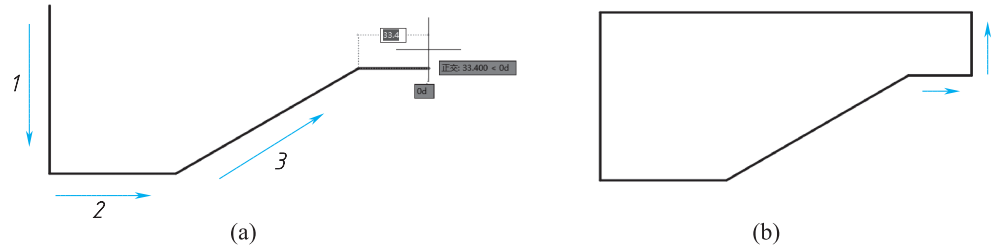


图 1-11　绘制其他直线

输入“30”,按空格键。接着向上移动光标,输入“30”,按空格键,输入“C”,按空格键,使所绘制的直线图形自动闭合,结果如图 1-11b 所示。整个图形绘制时的移动方向如图 1-11 中的箭头所示(箭头为光标移动方向)。

在快速访问工具栏上单击【保存】按钮,系统弹出【图形另存为】对话框,如图 1-12 所示,默认保存于“我的文档”中,在【文件名】文本框中输入“初识 CAD”。

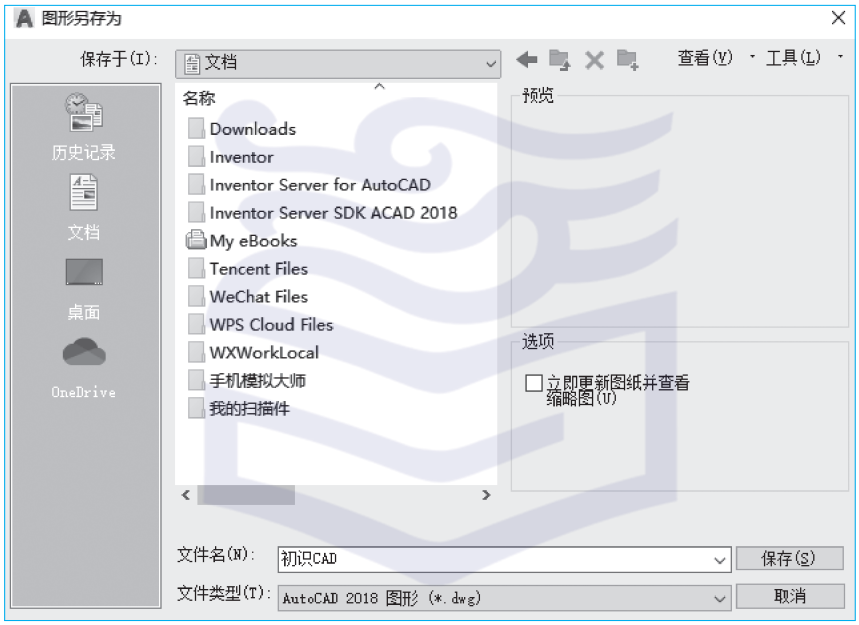


图 1-12　【图形另存为】对话框

技术指导

若需修改保存路径,可单击【保存于】下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择所需保存的文件夹即可。

为了使低版本的 AutoCAD 软件能打开高版本的图形文件,可以在【文件类型】下拉列表框中选择所需版本和文件类型,可供选择的文件类型如图 1-13 所示。

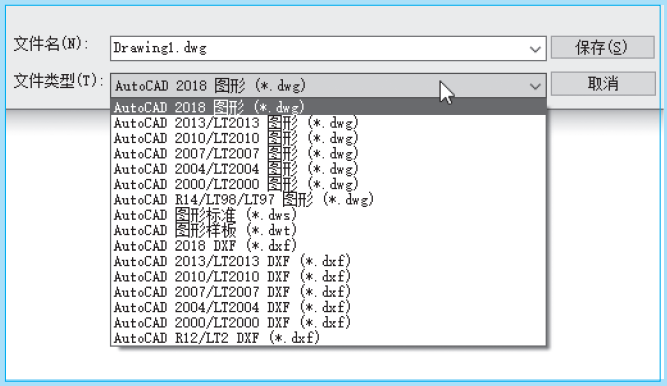


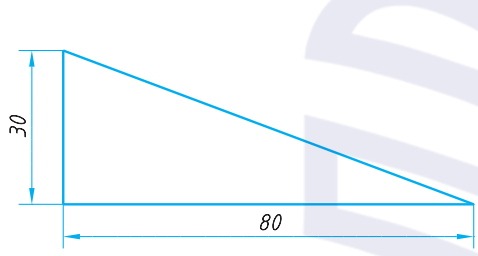
图 1-13　可供选择的文件类型

任务总结

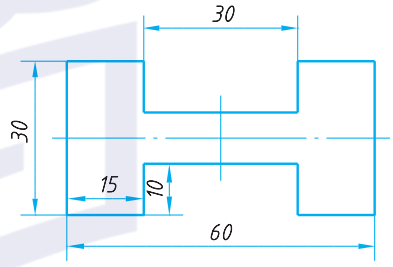
本任务主要学习了 AutoCAD 2022 的工作界面，通过任务实施体验了 AutoCAD 2022 的基本操作方法，对于工作界面和鼠标使用方法，初学者需要加强练习，特别是刚开始学习 AutoCAD 软件时一定要注意查看命令提示的具体内容，而不是盲目求快而直接跳过要求去操作，这样反而影响了学习的进度。

提高练习

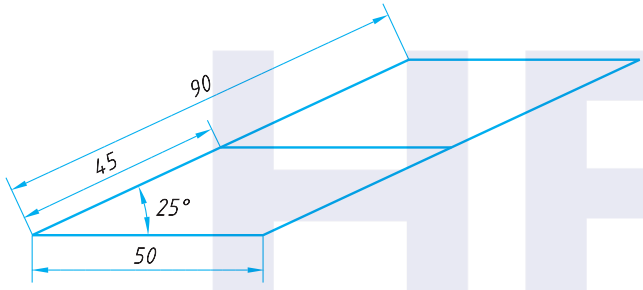
结合本任务所学知识，参照“任务实施”中绘制不同直线的方法，以 1 ∶ 1 的比例绘制如图 1-14 所示的图形。



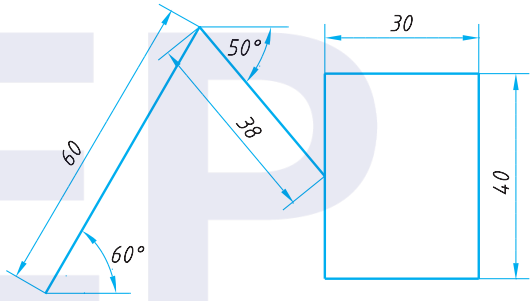
(a)



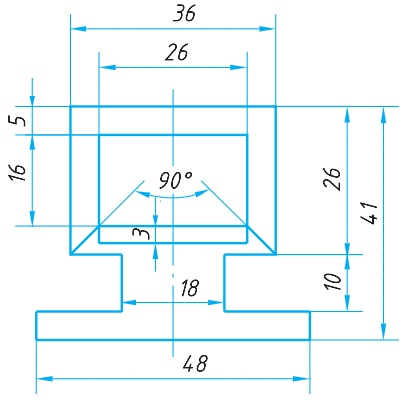
(b)



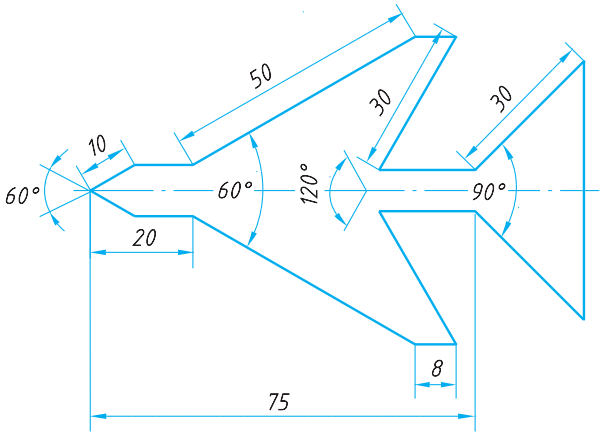
(c)



(d)



(e)



(f)

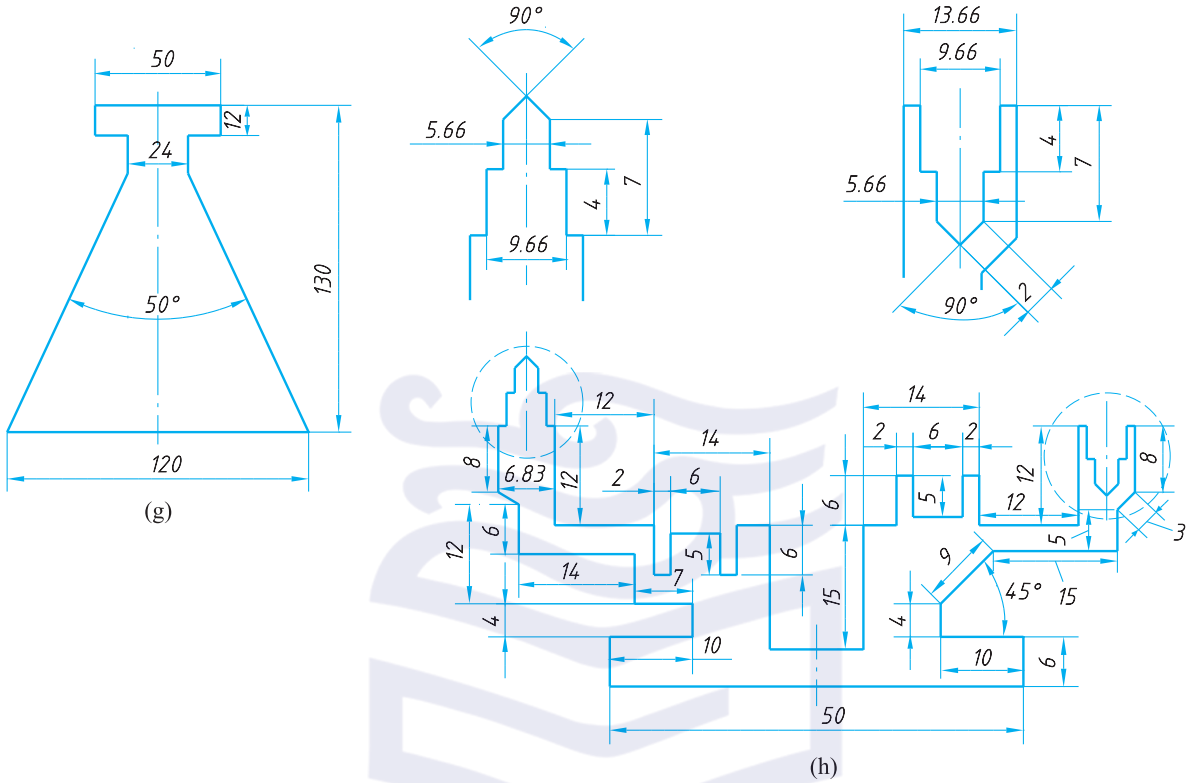


图 1-14 提高练习图

HEP

模块二

绘制二维图形

AutoCAD 软件提供了非常强大的绘图功能和编辑功能以用于平面图的绘制，具有操作简单、容易学习的特点。“直线”“圆”“椭圆”和“正多边形”等是最常用的绘图命令，删除、复制、修剪、移动、阵列、偏移、镜像、倒角、倒圆角是最常用的编辑功能。而这些命令和功能综合运用才能绘制非常复杂的平面图。

任务 1　绘制楔块 >>>

任务目标

- 能正确绘制不同类型的直线。
- 能使用正交模式、对象捕捉模式和追踪模式进行辅助绘图。
- 能使用绝对坐标、相对坐标和极坐标的输入方法进行精确绘图。

任务导入

绘制如图 2-1 所示的楔块。

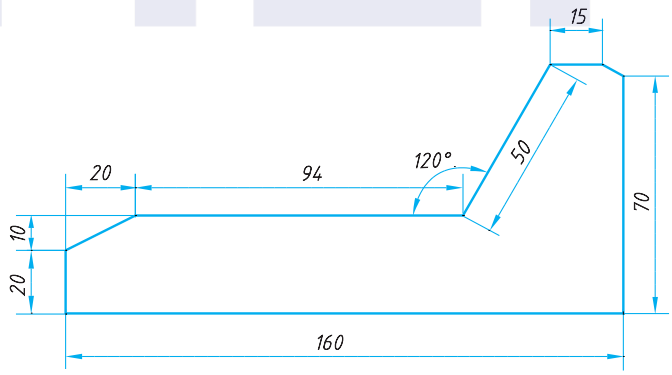


图 2-1　楔块

任务分析

该楔块图样主要由直线构成，外形呈 L 形，水平直线和垂直直线可采用正交模式绘制，直

接输入直线的长度即可。对于不规则的具有一定角度的倾斜直线，可使用相对直角坐标和相对极坐标的方式来绘制，如长度为 50 mm、倾斜角度为 60°的直线和直角倒角边分别为 10 mm 和 20 mm 的倒角线，这是本任务的难点，需要多加练习。

知识准备

1. 直线

众所周知，两点可确定一条直线，因此无论是什么类型的直线，绘制的关键是确定直线上的两点。

1.1　绘制直线

在菜单栏选择【绘图】→【直线】命令或在【默认】选项卡的【绘图】面板中单击【直线】按钮 ，系统提示：

命令：_LINE 指定第一点：　　//在绘图区拾取一点，如图 2-2a 中的 *A* 点

指定下一点或［放弃(U)］：　　//拖动鼠标至图 2-2a 中的 *B* 点并单击

指定下一点或［放弃(U)］：　　//按空格键

结果如图 2-2b 所示。

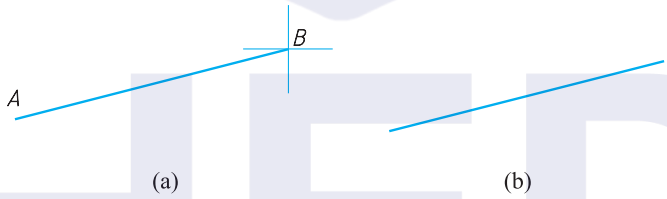


图 2-2　绘制直线

技术指导

AutoCAD 软件绘制的直线为连续线，当所绘制的连续直线多于或等于两段时，若用户需将所绘制的直线封闭连接，可在系统命令提示栏出现“指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］:”时，输入“C”，并按空格键，即选择“闭合”选项。用户也可以直接单击【闭合】选项，如在接下来的正交模式中绘制正方形的最后一条边时，用户可使用这种方法。

对于系统命令提示栏出现的不同选项，除了输入对应的字母外，用户还可以通过直接单击所需选项实现对指定选项的选择。

1.2　绘制构造线

“构造线”命令可用于创建无限长的直线，使用构造线可创建图形的结构线及参照线，并可用于修剪对象。

在【绘图】面板中单击【构造线】按钮，系统提示：

命令：_xline 指定点或［水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)］：　//用户指定两点即可

技术指导

系统要求用户指定构造线的指定点或指定类型，一共有五种，分别为水平线、垂直线、具有指定角度的倾斜线、角平分线、偏移一定距离的平行线。用户可根据需要选择相应选项，如需绘制角平分线，可输入“B”并按空格键，接着按照系统提示操作即可。

2. 采用正交模式绘制直线

采用正交模式只能绘制水平线或垂直线，不能绘制斜线，从而达到精准绘制水平线或垂直线的效果，其应用非常广泛。

启用方法：在状态栏单击【正交模式】按钮 或按 F8 键，即可打开或关闭正交模式。

打开正交模式后，在【绘图】面板中单击【直线】按钮，系统提示：

命令：_LINE 指定第一点：　　//在绘图区拾取一点
指定下一点或［放弃(U)］：100　　//垂直向下移动光标，输入长度“100”，按空格键
指定下一点或［放弃(U)］：100　　//水平向右移动光标，输入长度“100”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：100　　//垂直向上移动光标，输入长度“100”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：C　　//输入“C”，按空格键

所绘制的正方形大小为 100 mm×100 mm，整个操作过程如图 2-3 所示，箭头指示方向为光标移动方向。

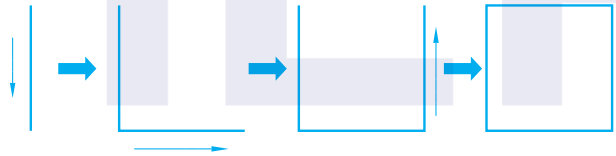


图 2-3　使用正交模式绘制正方形操作过程

技术指导

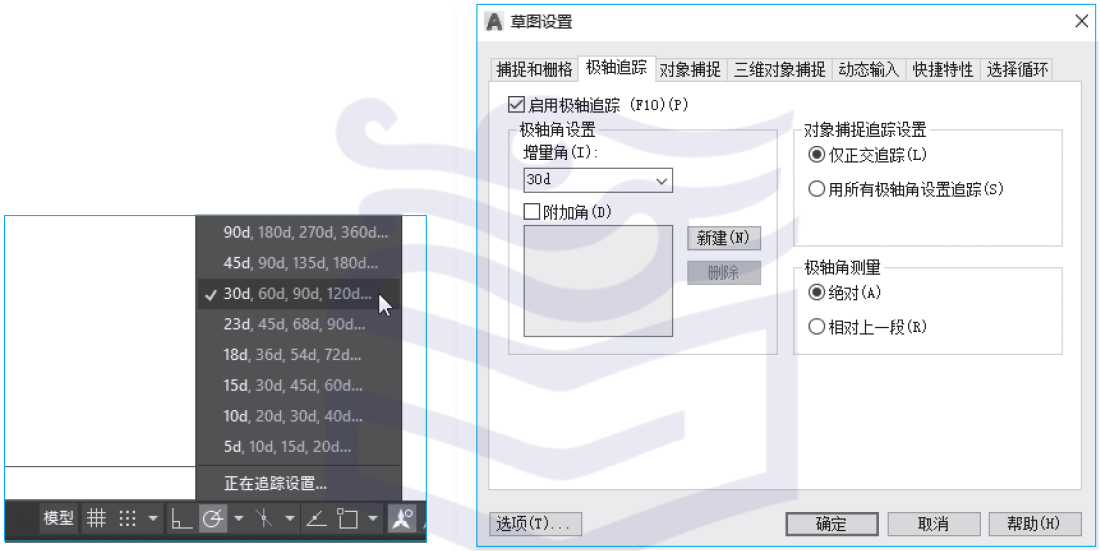
系统为了适应不同的绘图需要，可在使用正交模式时，通过按住 Shift 键临时打开或关闭正交模式，此时不能输入直线的长度，只能通过追踪的角度来绘制指定角度的直线。

3. 使用极轴追踪模式绘制直线

极轴追踪模式常用于绘制具有一定角度的直线，系统将按用户设定的增量角度以极轴方式显示一条无限延伸的辅助线并使光标沿该指定角度的直线移动，非常便于绘制具有一定角

度的倾斜直线，在绘制不规则直线的场景中运用广泛。

启用方法：在状态栏上单击【极轴追踪】按钮，即可启用极轴追踪模式；接着单击右键，可设置相关追踪参数，在弹出的快捷菜单中选择【正在追踪设置】选项，如图 2-4a 所示，系统弹出【草图设置】对话框，并自动打开【极轴追踪】选项卡，在【增量角】下拉列表框中选择 30d（即极追踪的增量角度为 30°），其他参数采用默认值，如图 2-4b 所示。



(a) 选择【正在追踪设置】选项　　(b) 设置极轴追踪参数

图 2-4　设置极轴追踪

紧接着单击【直线】按钮，系统提示：

命令：_line 指定第一点：　　//在绘图区拾取一点 *A*，如图 2-5 中点 *A* 位置
指定下一点或［放弃(U)］：50　　//沿 0°方向追踪，输入“50”，按空格键
指定下一点或［放弃(U)］：30　　//沿 120°方向追踪，输入“30”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：30　　//沿 30°方向追踪，输入“30”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：30　　//沿-60°方向追踪，输入“30”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：60　　//沿 30°方向追踪，输入“60”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：98　　//沿 150°方向追踪，输入“98”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：60　　//沿 90°方向追踪，输入“60”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：70　　//沿 180°方向追踪，输入“70”，按空格键
指定下一点或［闭合(C)/放弃(U)］：C　　//输入“C”，按空格键，使连续折线闭合

使用极轴追踪绘图的结果如图 2-5 所示。

技术指导

除上述方法外，还可以按下 F10 键打开极轴追踪模式。根据图 2-4a 所示设置所需要的增量角度值（如 5°）。需要注意的是正交模式和极轴追踪模式不能同时打开，只能打开其中一种模式。

4. 使用“捕捉自”功能绘制直线

AutoCAD 软件在对象捕捉追踪功能中提供了“捕捉自”功能，通过捕捉一个参考点作为相对坐标系的参考点，然后以相对直角坐标或极坐标的形式定位另一个点。由于这种方式便于定位，应用也十分广泛。

这里介绍比较常用的绘制方法：打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 1”文件夹中的“使用‘捕捉自’功能绘制直线 .dwg”文件，如图 2-6a 所示。

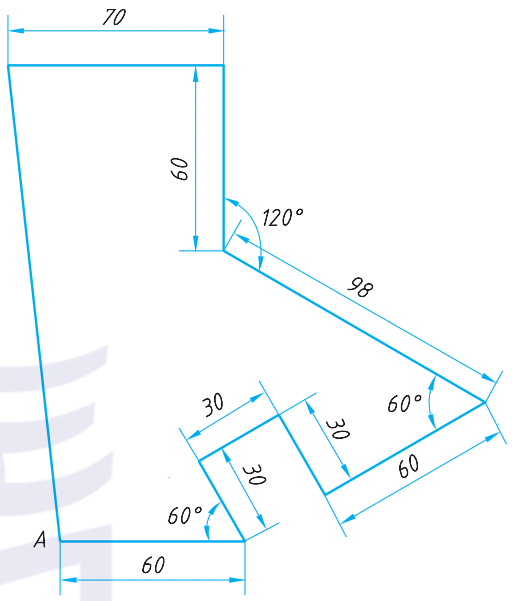


图 2-5　使用极轴追踪绘图的结果

按 F3 键以打开对象捕捉模式，按 F8 键启用正交模式，单击【直线】按钮，系统提示“命令：_LINE 指定第一点：”按住 Shift 键的同时单击右键，在弹出的快捷菜单（图 2-6b）中选择【自】选项。选择如图 2-6a 所示的 *A* 点作为偏移参考点，输入“@ 10”，按 Tab 键，继续输入“10”，按空格键。

水平向右移动光标，输入“100”，按空格键。

垂直向上移动光标，输入“10”，按空格键。

水平向左移动光标，输入“60”，按空格键。

垂直向上移动光标，输入“10”，按空格键。

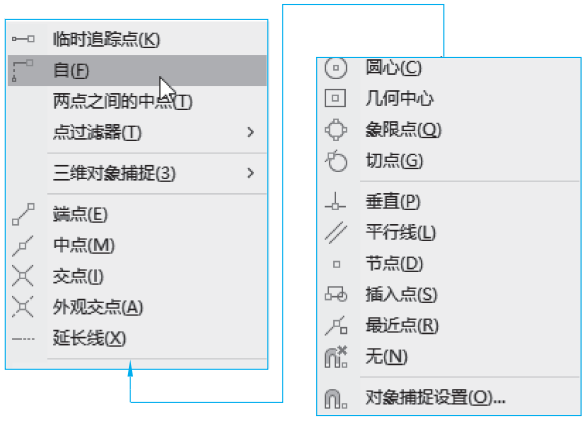
水平向左移动光标，输入“20”，按空格键。

垂直向上移动光标，输入“20”，按空格键。

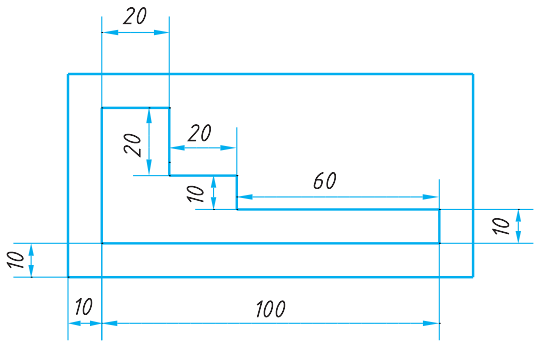
水平向左移动光标，输入“20”，按空格键。

输入“C”，按空格键，使连续折线闭合，绘制结果如图 2-6c 所示。

(a) 使用“捕捉自”功能绘制直线.dwg



(b) 对象捕捉追踪快捷菜单



(c) 绘制结果

图 2-6　使用对象捕捉追踪绘制直线

5. 使用坐标系辅助绘图

图样是用于指导生产的重要技术文件，特别是对于机械、服装等行业，图样必须精确。AutoCAD 软件分别提供了世界坐标系（WCS）和用户坐标系（UCS），以方便用户作为参照设计图形。当没有特别说明时，这两个坐标系为重合状态。其中，世界坐标系（WCS）是 AutoCAD 软件的基本坐标系，由三个相互垂直相交的坐标轴 *X*、*Y*、*Z* 构成。一般情况下，系统将坐标系显示在屏幕的左下角，*X* 轴水平向右为正方向，*Y* 轴垂直向上为正方向，*Z* 轴垂直指向屏幕外为正方向。用户坐标系是用户根据需要而定义的一个坐标系。

本模块只绘制二维平面图形，即只在 *XY* 平面上作图，不涉及 *Z* 轴方向，因此只需掌握绝对直角坐标、绝对极坐标、相对直角坐标与相对极坐标的表达即可。

绝对坐标是相对于原点的坐标，是唯一的。相对坐标表示某点相对于其他点的坐标，是用户根据需要而设定的一个参照，可以灵活地调整。

5.1　绝对直角坐标与绝对极坐标的输入方法

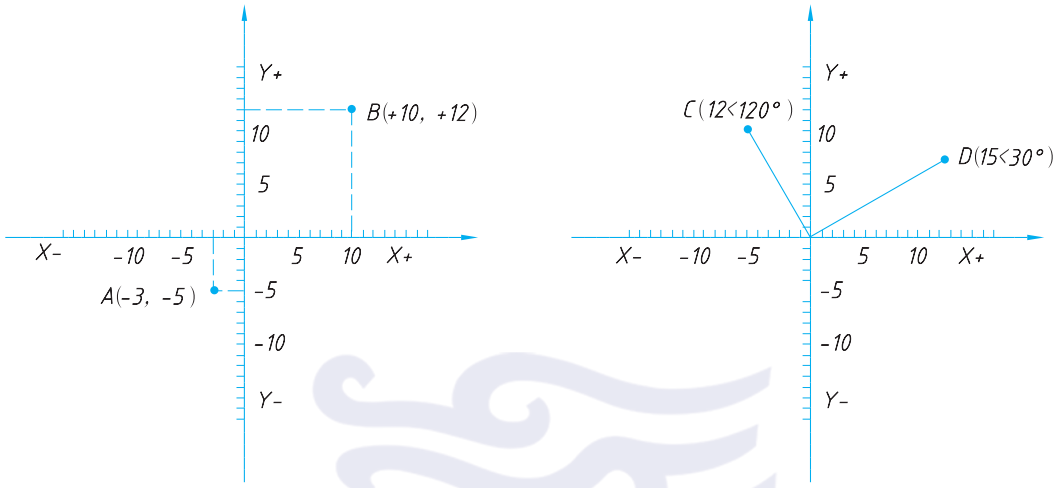
绝对坐标是从原点开始测量，其输入方法是直接输入具体的坐标，坐标值有正负之分。

绝对直角坐标的输入格式为：“*X* 坐标值，*Y* 坐标值”，其中，“*X* 坐标值”为该点在 *X* 轴上的投影到世界坐标系原点的绝对距离，“*Y* 坐标值”为该点在 *Y* 轴上的投影到世界坐标系原点的绝对距离，两者采用“，”分隔开。如（-3，-5）、（+10，+12）分别表示图 2-7a 所示的绝对直角坐标系下的 *A*、*B* 两点。

绝对极坐标的输入格式为：输入“*L* 长度值”，按 Tab 键（或输入“<”，下文同），继续输入“α 角度值”，其中 *L* 表示该点到原点的距离，α 表示该点与原点连线和 *X* 轴正方向的夹角，逆时针方向为正，反之为负，如（12<120°）、（15<30°）分别表示图 2-7b 所示的绝对极坐标系下的 *C*、*D* 两点。

5.2　相对直角坐标与相对极坐标的输入方法

相对坐标为某点相对于一个参考点的坐标，特别适用于求已知某点与其他点的相对位置



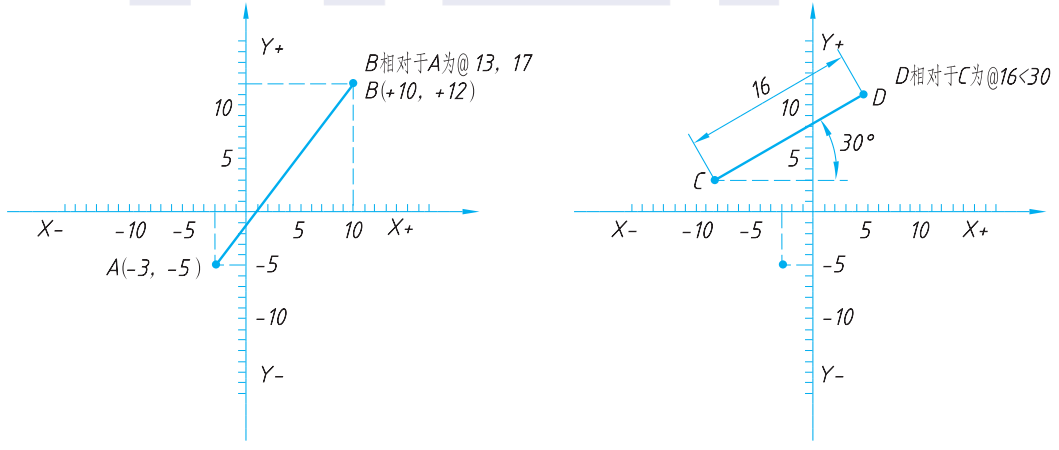
(a) 绝对直角坐标系　　(b) 绝对极坐标系

图 2-7　绝对直角坐标与绝对极坐标的表示方法

关系,实际应用比较广泛。与绝对坐标的输入方法相比,相对坐标的输入方法是在绝对坐标值的前面增加一个“@”符号。

相对直角坐标的输入格式为:输入“@”,输入“*X* 坐标相对值”,按 Tab 键,继续输入“*Y* 坐标相对值”。如图 2-8a 所示,*B* 点相对于 *A* 点的相对直角坐标输入为“@ 13,17”,“13”为 *B* 点相对于 *A* 点在 *X* 轴上的距离,“17”为 *B* 点相对于 *A* 点在 *Y* 轴上的距离,该距离具有方向性,需注意正负值。反过来,*A* 点相对于 *B* 点的相对直角坐标输入为“@ -13,-17”。

相对极坐标的输入格式为:输入“@”,输入“*L* 长度值”,输入“<”,继续输入“α 角度值”,其中 *L* 表示该点与当前参考点的距离。表示方式为“@ *L*<α”(即@ 长度<角度),如图 2-8b 所示,*L* 表示 *C* 点与 *D* 点的长度,α 表示 *C*、*D* 两点连线和 *X* 轴正方向的夹角,逆时针方



(a) 相对直角坐标系　　(b) 相对极坐标系

图 2-8　相对直角坐标与相对极坐标的表示方法

向为正，反之为负。如图 2-8b 所示，*D* 点相对于 *C* 点的极坐标为“@ 16<30”。输入方法为：输入“@ 10”，输入“<”，继续输入“30”。

例如，绘制图 2-9 所示的直线，在【绘图】面板中单击【直线】按钮，在绘图区拾取任意一点 *N* 并向右移动，输入“@ ”，输入“80”，按 Tab 键，继续输入“0”，按空格键，以绘制直线 *NO*。继续输入“@ ”，输入“80”，输入“<”，继续输入“-128”，按空格键，以绘制直线 *OM*，即可完成绘制。

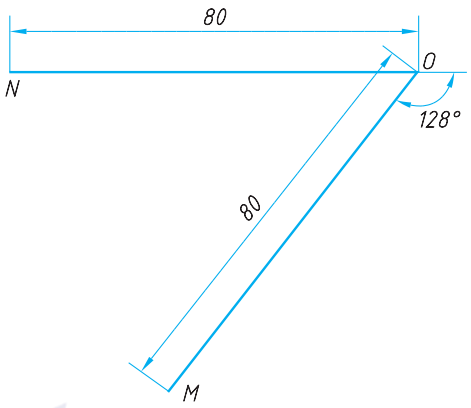


图 2-9　使用相对坐标绘制直线

任务实施

新建文件后，按 F8 键，打开正交模式。

在【绘图】面板中单击【直线】按钮，系统提示“命令：_LINE 指定第一点：”在绘图区拾取一点，垂直向下移动光标，输入“70”，按空格键。

水平向左移动光标，输入“160”，按空格键。

垂直向上移动光标，输入“20”，按空格键。

输入“@ 20,10”，按空格键。

水平向右移动光标，输入“94”，按空格键。

输入“@ 50<60”，按空格键。

水平向右移动光标，输入“15”，按空格键。

输入“C”，按空格键，使连续线闭合，绘制结果如图 2-10 所示。

图 2-10　绘制结果

技术指导

在实际应用中，正交模式、极轴追踪模式和“捕捉自”对象捕捉功能对于辅助绘图起到了很好的作用，采用相对直角坐标和相对极坐标的方法来定位更有助于快速绘图，这些方法建议初学者多加练习，经常切换使用，有助于为后续的绘图打下基础。

任务总结

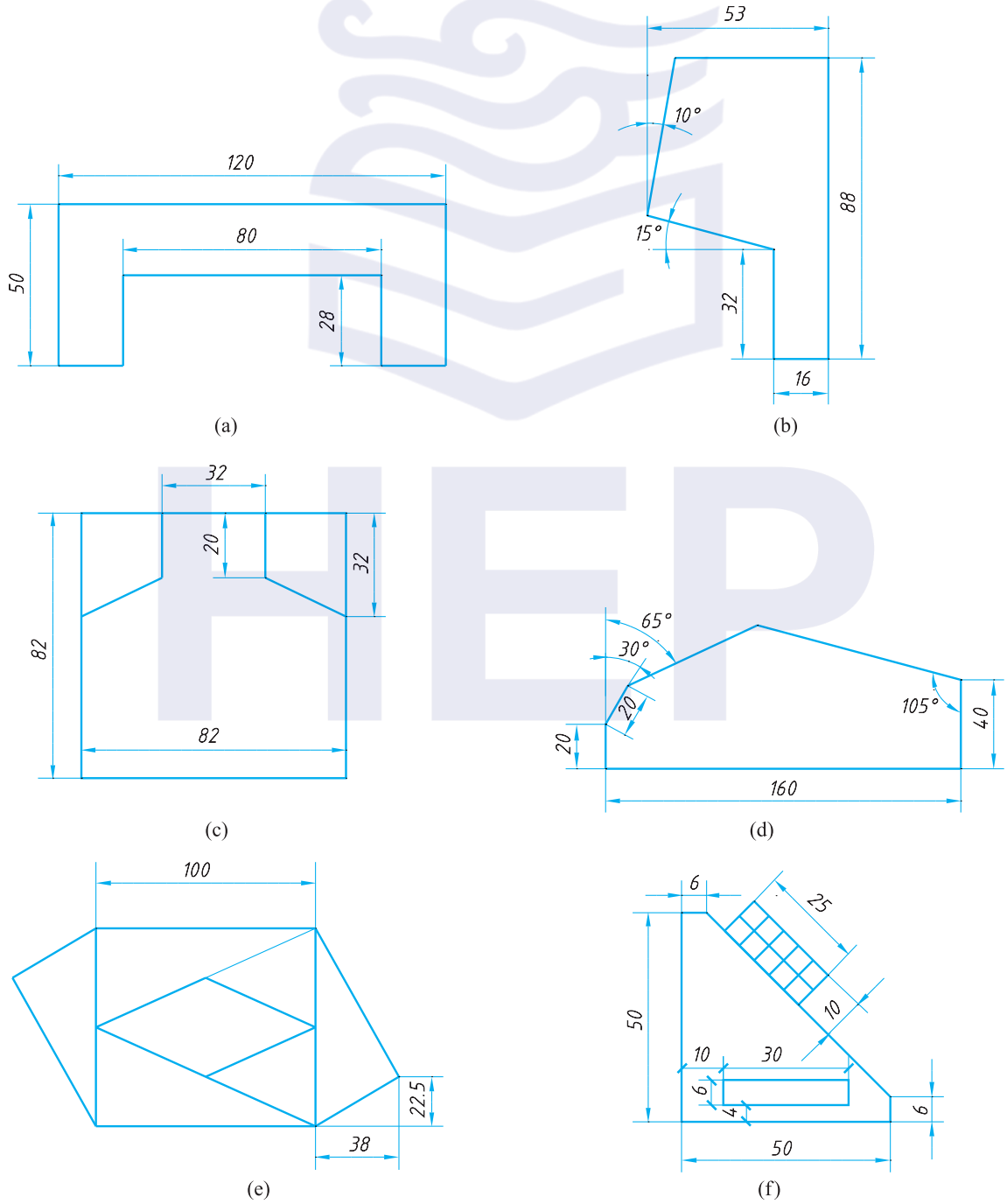
本任务主要学习了不同类型直线的绘制方法，正交模式、极轴追踪模式及“捕捉自”对象捕捉功能进行辅助绘图的方法，以通过应用相对坐标实现快速定位的方法。绘制由直角坐标或极坐标形成的倾斜直线段是本任务学习的重点和难点，而学会使用相对直角坐标与相对极坐

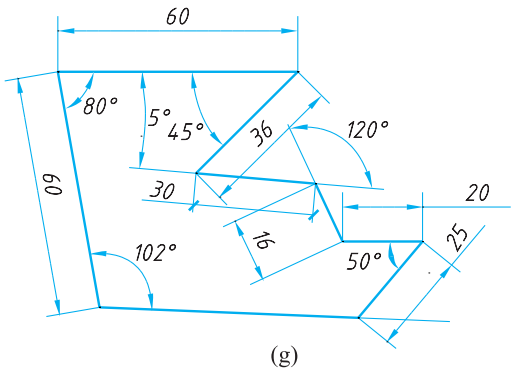
标的输入方法绘制直线段往往可以起到事半功倍的效果，初学者应对这方面的内容加以训练。

在绘制图样时需要注意先分析图样的结构。图样的尺寸标注情况往往决定了绘图的起点位置。有些直线没有标注具体的尺寸很有可能是自然形成的。这些方法与图形的分析能力，作为初学者一定要掌握，平时要注重多加练习。

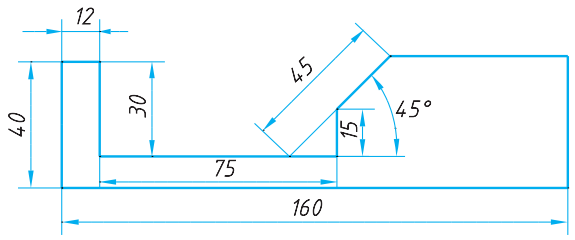
提高练习

根据图 2-11 的图形及尺寸标注，以 1∶1 的比例进行抄绘。





(g)



(h)

图 2-11　提高练习图

任务 2　绘制切片 >>>

任务目标

- 能使用对象捕捉功能进行精准绘图。
- 能正确绘制正多边形、圆弧、椭圆及椭圆弧。
- 能对图形进行删除、旋转及分解等编辑操作。

任务导入

绘制如图 2-12 所示的切片。

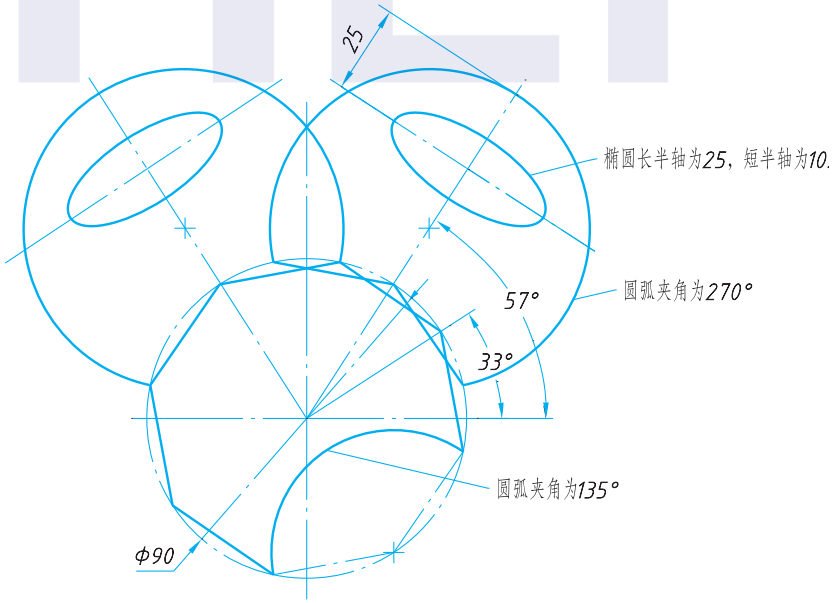


图 2-12　切片

任务分析

该切片图样以旋转 33°的正八边形为基础，分别在正八边形的两条边上绘制由圆弧与椭圆组成的耳朵外形。绘图时可以先绘制定位用的对称中心线，以及 33°斜线，然后绘制正八边形，分别绘制正八边形上夹角为 135°的圆弧和其中一个夹角为 270°的圆弧，然后在夹角为 270°的圆弧中绘制椭圆，将完成的耳朵外形进行旋转复制，最后再对细节部分进行编辑处理。

知识准备

1. 对象捕捉

AutoCAD 软件提供了对象捕捉功能，以精准捕捉不同的对象（如线的端点、线的中点、圆心、圆的四分点、垂足、切点等），便于定位，从而有助于提高绘图效率，在绘制复杂的图形时尤其有用。

打开书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 2”中的“2-2. dwg”文件，为两条相交的中心线。

单击状态栏中的【对象捕捉】按钮 或按 F3 键，启用对象捕捉模式。由于对象捕捉是拾取各种不同的点，如图元的端点、中点、交点等，对于复杂的图形这些点可能会交汇在一起，有时甚至接近重合，此时如果系统识别捕捉的点非常多则不利于选取，因此可通过设置捕捉模式，进行过滤。

在状态栏的【对象捕捉】按钮 上单击右键，在弹出的快捷菜单中选择【设置】命令，弹出【草图设置】对话框，打开【对象捕捉】选项卡，如图 2-13 所示，勾选常用的对象捕捉模式选项。

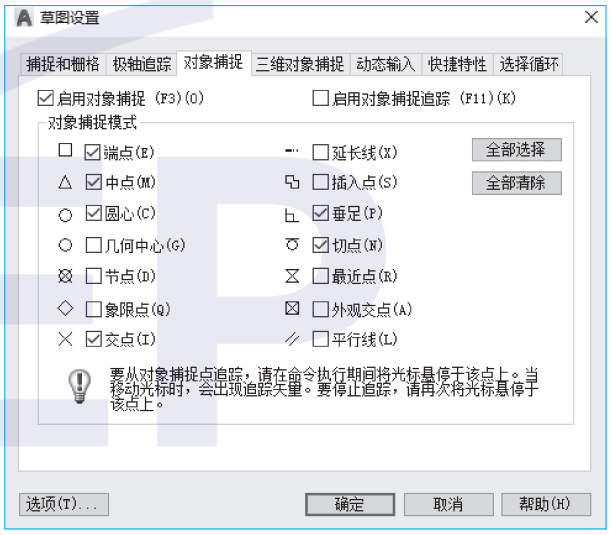


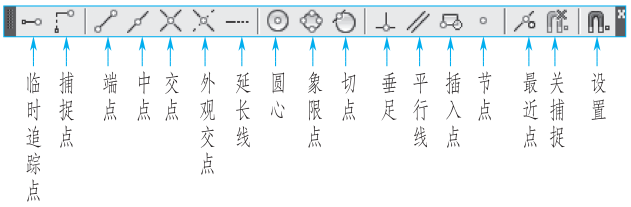
图 2-13　【对象捕捉】选项卡

技术指导

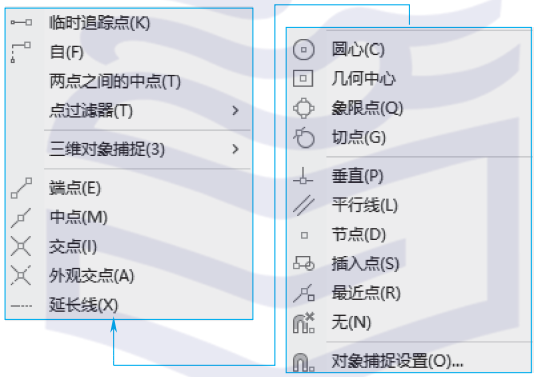
一般情况下用户只需勾选常用的“端点”“中点”“圆心”“交点”“垂足”“切点”等选项即可，如果设置过多，对于复杂的图形容易造成误选，反而不利于绘图。

AutoCAD 软件还提供了专门的【对象捕捉】工具栏，以方便在实际操作过程中能及时针对某一个特殊点进行捕捉。只要在菜单栏选择【工具】→【工具栏】→【AutoCAD】→【对象捕捉】

命令，即可调出【对象捕捉】工具栏，如图 2-14a 所示。在执行命令时，在绘图区域按住 Shift 键的同时单击右键，在弹出的对象捕捉快捷菜单（图 2-14b）中选择所需要的对象捕捉类型，即可临时启用对象捕捉模式。



(a)【对象捕捉】工具栏



(b) 对象捕捉快捷菜单

图 2-14　对象捕捉

除了之前介绍的【捕捉自】功能在辅助定位时应用十分广泛外，这里介绍的切点功能也很常用。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 2”中的“切点 . dwg”文件，如图 2-15a 所示。输入“L”，按空格键。在绘图区域按住 Shift 键的同时单击右键，在弹出的快捷菜单中选择【切点】选项，在图 2-15b 所示的 *A* 点位置单击圆，接着继续按住 Shift 键的同时单击右键，在弹出的快捷菜单中选择【切点】选项，在图 2-15b 所示的 *B* 点位置单击圆，按空格键，绘图结果如图 2-15b 所示。

(a) 相切圆　　(b) 绘图结果

图 2-15　捕捉切点

2. 绘制正多边形

各边长度相等，且相邻所有边所形成的夹角都相等的多边形为正多边形。在 AutoCAD

2022 中可以创建 3~1024 条边的正多边形。

在菜单栏选择【绘图】→【多边形】命令或在【默认】选项卡的【绘图】面板中单击【正多边形】按钮，系统提示：

```
命令_polygon 输入侧面数 <4>: 8                    //输入多边形的边数“8”,按空格键
指定正多边形的中心点或 [边(E)]:                   //在绘制区中选择两中心线的交点
输入选项 [内接于圆(I)/外切于圆(C)] <I>:           //按空格键,默认为“I”选项,即采用内接于圆方式
指定圆的半径:20                                   //输入半径“20”,按空格键
```

绘制多边形如图 2-16 所示。

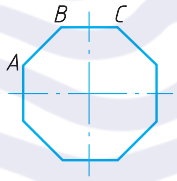
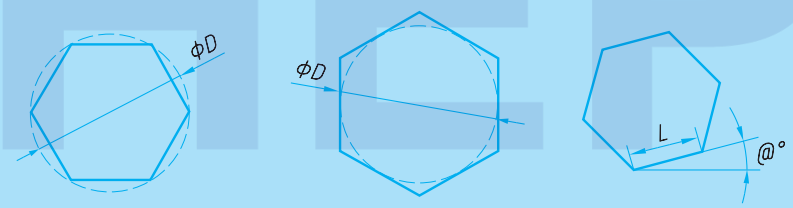


图 2-16　绘制多边形

技术指导

根据系统提示，绘制多边形的方法有两种，分别为指定多边形的边数、中心点和相切状态以及指定多边形的边数和某一边的两个端点。各种不同选项的结果如图 2-17 所示，在绘制时需注意选用合适的选项。当需要绘制倾斜一定角度的多边形时，可采用输入相对直角坐标或相对极坐标的方法指定半径或某一边的端点，进行绘制。



(a) 内接于圆　(b) 外切于圆　(c) 指定边

图 2-17　各种不同选项的结果

3. 绘制圆弧

圆弧为圆上任意两点间的部分，应用比较广泛，根据不同的条件绘制方法有如下三种。

3.1　指定三点绘制圆弧

通过指定圆弧上的三个点绘制圆弧。

在菜单栏选择【绘图】→【圆弧】→【三点】命令或在【默认】选项卡【绘图】面板中单击【圆弧】按钮，系统提示：

命令：arc 指定圆弧的起点或［圆心(C)］：　　//选择如图 2-16 所示的 *A* 点
指定圆弧的第二个点或［圆心(C)/端点(E)］：　　//选择如图 2-16 所示的 *B* 点
指定圆弧的端点：　　//选择如图 2-16 所示的 *C* 点

指定三点绘制圆弧，结果如图 2-18 所示。

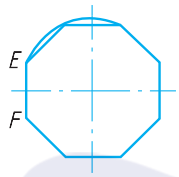


图 2-18　指定三点绘制圆弧结果

3.2　指定起点、端点和角度绘制圆弧

单击【绘图】面板中的【圆弧】按钮，系统提示：

命令：arc 指定圆弧的起点或［圆心(C)］：　　//选择如图 2-18 所示的 *E* 点
指定圆弧的第二个点或［圆心(C)/端点(E)］：E　　//输入“E”，按空格键，选择【端点(E)】选项
指定圆弧的端点：　　//选择如图 2-18 所示的 *F* 点
指定圆弧的圆心或［角度(A)/方向(D)/半径(R)］：A　　//输入“A”，按空格键，选择【角度(A)】选项
指定包含角：155　　//输入“155”，按空格键，指定圆弧所包含的夹角为 155°

指定起点、端点和角度，结果如图 2-19 所示。

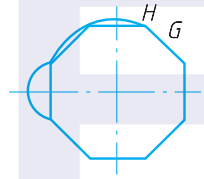


图 2-19　指定起点、端点和角度绘制圆弧结果

技术指导

逆时针为角度正方向，因这里是先选 *H* 点，后选 *G* 点，所以为正值。反之，则夹角为-155°。同时，系统还提供了【方向】和【半径】选项，读者可尝试自行操作。

3.3　指定起点、圆心和弦长绘制圆弧

在【绘图】面板中单击【圆弧】按钮，系统提示：

命令：arc 指定圆弧的起点或［圆心(C)］：　　//选择如图 2-19 所示的 *H* 点
指定圆弧的第二个点或［圆心(C)/端点(E)］：C　　//选择【圆心(C)】选项，按空格键
指定圆弧的圆心：　　//选择如图 2-19 所示 *HG* 直线的中点

指定圆弧的端点或［角度(A)/弦长(L)］:L　　//输入“L”,选择【弦长(L)】选项,按空格键

指定弦长：10　　//输入弦长为“10”,按空格键

指定起点、圆心和弦长绘制圆弧,结果如图 2-20 所示。

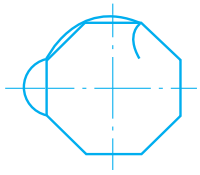


图 2-20　指定起点、圆心和弦长绘制圆弧结果

4. 绘制椭圆

椭圆由长轴与短轴决定大小,AutoCAD 2022 中绘制椭圆的方法有 3 种。

(1) 指定两端点与另一半轴的长度绘制椭圆

单击【绘图】面板中的【椭圆】→【轴　端点】按钮,系统提示：

命令：　ELLIPSE

指定椭圆的轴端点或［圆弧(A)/中心点(C)］：　　//单击 *A* 点,确定椭圆长轴端点,如图 2-21a 所示

指定轴的另一个端点：　　//单击 *B* 点,确定椭圆长轴的另一端点

指定另一条半轴长度或［旋转(R)］：　　//单击 *C* 点,确定椭圆短轴的一个端点

指定两端点与另一半轴的长度绘制结果如图 2-21a 所示。

(2) 使用中心点绘制椭圆

单击【绘图】面板中的【椭圆】→【圆心】按钮,系统提示：

命令：_ellipse

指定椭圆的轴端点或［圆弧(A)/中心点(C)］:C　　//输入“C”,采用中心点选项进行绘制

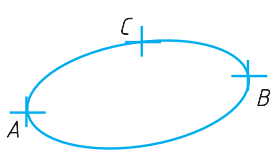
指定椭圆的中心点：　　//在绘图区单击一点

指定轴的端点：@ 25,0　　//输入“@ 25”,按 Tab 键,继续输入“0”,按空格键

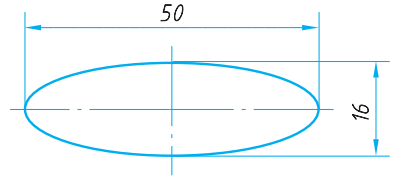
输入长半轴相对坐标,按空格键

指定另一条半轴长度或［旋转(R)］：@ 0,8　　//输入“@ 0”,接按 Tab 键,继续输入“8”,按空格键

使用中心点绘制结果如图 2-21b 所示。



(a) 指定两端点与另一半轴的长度绘制结果



(b) 使用中心点绘制结果

图 2-21　绘制椭圆

5. 绘制椭圆弧

在 AutoCAD 2022 中一般采用指定起始角与终止角绘制椭圆弧。

单击【绘图】面板中的【椭圆弧】按钮，系统提示：

命令：_ellipse

指定椭圆的轴端点或［圆弧(A)/中心点(C)］：A　//默认为圆弧(A)选项

指定椭圆弧的轴端点或［中心点(C)］：　//在绘图区单击一点，如图 2-22 中的 *A* 点

指定轴的另一个端点：　//在绘图区单击一点，如图 2-22 中的 *B* 点

指定另一条半轴长度或［旋转(R)］：　//在绘图区单击一点，如图 2-22 中的 *C* 点

指定起点角度或［参数(P)］：60　//输入起点角度为 60°，按空格键

指定端点角度或［参数(P)/夹角(I)］：270　//输入起点角度为 270°，按空格键

绘制椭圆弧结果如图 2-22 所示。

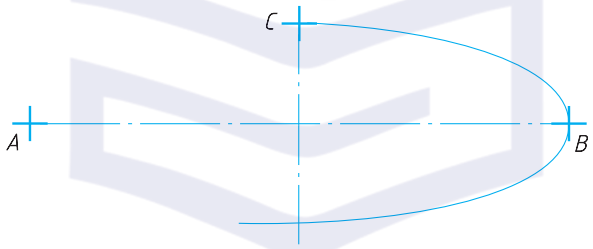


图 2-22　绘制椭圆弧结果

6. 删除对象

删除对象是在绘图中最常见的一种操作，主要用于对多余或错误的图元对象进行删除。

在菜单栏选择【修改】→【删除】命令或单击【修改】面板中的【删除】按钮，接着选择需要删除的对象并确定即可。

技术指导

也可以先选择需要删除的图元，然后再按 Delete 键或输入“E”，实现相同功能。

7. 旋转图形

使用【旋转】命令可将选中的图形绕指定旋转中心以旋转或复制的形式旋转一定角度，以改变原来的放置方式。指定角度时需注意旋转角度逆时针为正，顺时针为负。

打开随书“素材/模块二　绘制二维图形/任务 2”文件夹中的“旋转图形 . dwg”文件。

在菜单栏上选择【修改】→【旋转】命令或单击【修改】面板中的【旋转】按钮，系统提示：

命令：ro ROTATE

UCS 当前的正角方向：　ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0

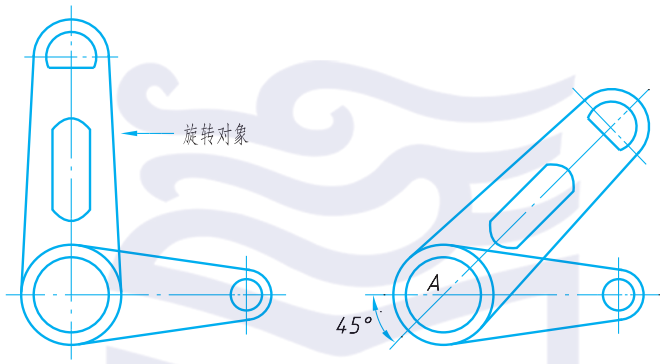
选择对象：找到 1 个　　//选择如图 2-23a 所示的旋转对象

选择对象：　　//按空格键

指定基点：　　//选择图 2-23b 中的 *A* 点为旋转中心

指定旋转角度，或［复制(C)/参照(R)］<0>：-45　　//旋转角度为-45°，按空格键

结果如图 2-23b 所示。



(a) 旋转对象　　(b) 结果

图 2-23　旋转图形

8. 分解对象

使用【分解】命令可以将正多边形、多线段、尺寸标注、块、面域、有关联的阵列对象等分解成基本的图元，如直线或圆弧，以方便编辑。

在菜单栏选择【修改】→【分解】命令或单击【修改】面板中的【分解】按钮，接着选择需要分解的对象并确定即可。

技术指导

可尝试采用选择的方式验证对象已被分解。若没有被分解则所选择的对象将呈现整体被选中的效果，反之，则只有所选择的对象被选中。

任务实施

新建文件后，按 F8 键，打开正交模式。按 F3 键，打开对象捕捉模式。绘制如图 2-24 所示的定位线。

技术指导

图中斜直线要保证角度，长度可根据需要自行设置，可结合图形的大小而定。在接下来的绘图中特别建议初学者在绘图前需确定并绘制对称中心线，以方便后续绘图时进行定位。

单击【绘图】面板中的【正多边形】按钮，在系统提示“命令_polygon 输入侧面数<4>:”时，输入“8”，按空格键，以确定正多边形的边数为 8。在绘图区单击对称中心线的中心点，按空格键，默认选择“内接于圆(I)”选项，以采用内接于圆的方式绘制多边形，按空格键。输入“@ 45<33”，绘制八边形如图 2-25 所示。

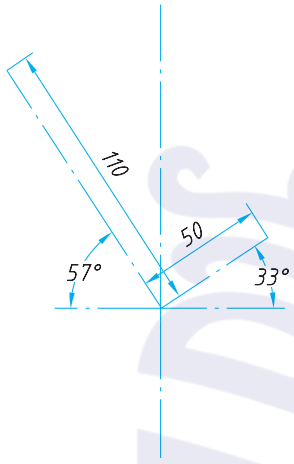


图 2-24　定位线

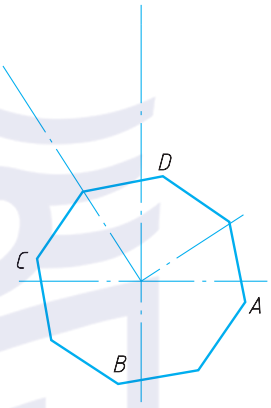


图 2-25　绘制八边形

单击【绘图】面板中的【圆弧】按钮，选择图 2-25 中的 *A* 点作为起点，*B* 点作为端点，输入夹角为“135”。再次单击【圆弧】按钮，选择图 2-25 中的 *C* 点作为起点，*D* 点作为端点，输入夹角为“270”，绘制耳朵，如图 2-26 所示。

在状态栏上单击【极轴追踪】按钮，启用极轴追踪模式，接着可单击右键，在弹出的快捷菜单中选择【设置】选项，系统弹出【草图设置】对话框，并自动打开【极轴追踪】选项卡，在【增量角】输入“57”，紧接着单击【直线】按钮，选择图 2-26 中的 *E* 点作为直线的起点，沿着 57°斜线，输入长度为“25”，按空格键，绘制定位线如图 2-27 所示。

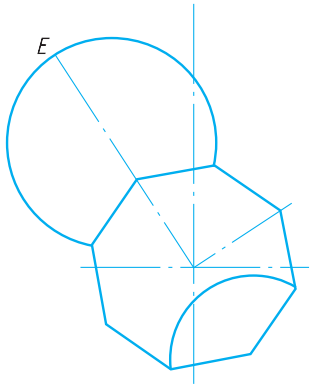


图 2-26　绘制耳朵

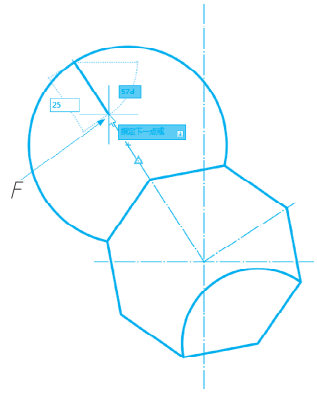


图 2-27　绘制定位线

在【绘图】面板中单击【椭圆】→【圆心】按钮，选择图 2-27 中的 *F* 点为椭圆的中心，输

入“@ 25<33”，以指定长轴的端点，接着再输入“10”，以指定另一条半轴长度，按空格键，绘制椭圆如图 2-28 所示。

单击【修改】面板中的【分解】按钮，选择正八边形，按空格键。使用【删除】命令将图 2-28 中箭头所指的线删除。接着根据图 2-29 中的 1-2-3 的路径按住鼠标中键，以拖动的形式选择正八边形的边、圆弧、椭圆，系统以浅绿色的窗口显示，此时只要与浅绿色窗口相交的对象都将被选择。单击【修改】面板中的【旋转】按钮，在绘图区单击对称中心线的中心点，按空格键，点选【复制(C)】选项，输入旋转角度为“-66”，按空格键，旋转复制耳朵外形如图 2-30 所示。至此，任务完成。

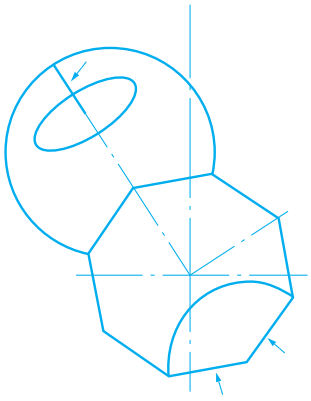


图 2-28　绘制椭圆

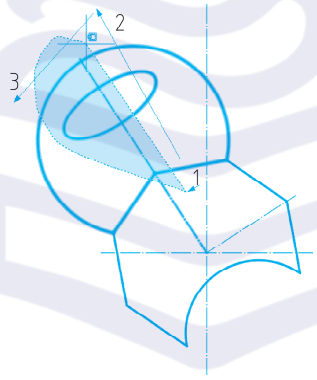


图 2-29　选择旋转对象

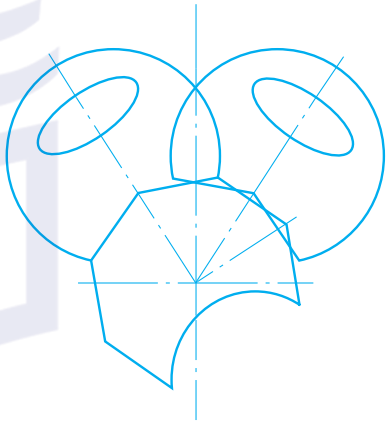


图 2-30　旋转复制耳朵外形

技术指导

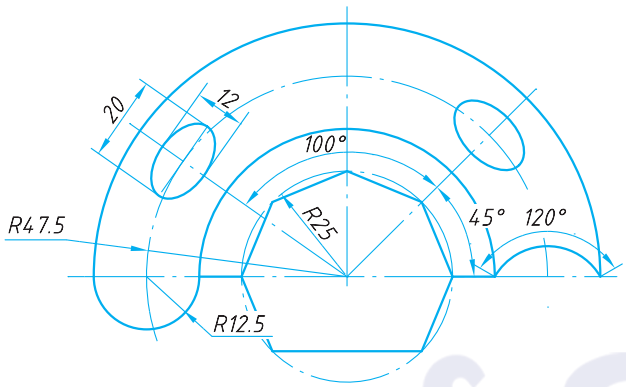
在使用 AutoCAD 绘图时，从左侧向右侧以窗口拖动的方式选择对象时，系统以浅蓝色显示窗口，此时只有在窗口内的对象会被选中。而从右侧向左侧以窗口拖动的方式选择对象时，系统以浅绿色显示窗口，此时所有与窗口相交或窗口内的对象都被选中。

任务总结

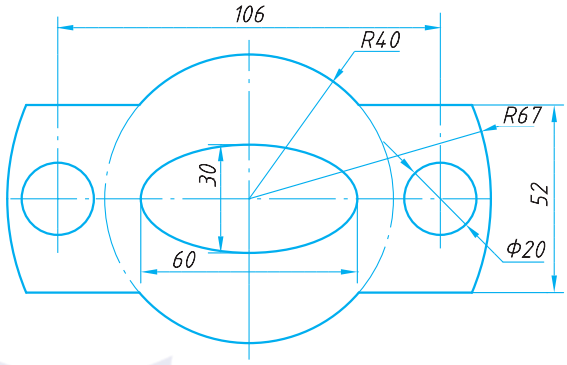
本任务主要学习了正多边形、圆弧、椭圆和椭圆弧的绘制方法以及如何对图形元素进行删除、旋转和分解的编辑方法。在绘制图形时先分析图形的原点位置，在原点位置绘制对称中心线作为基准定位参考坐标，以利于后续绘图。绘图过程中注意启用对象捕捉模式进行精确定位。

提高练习

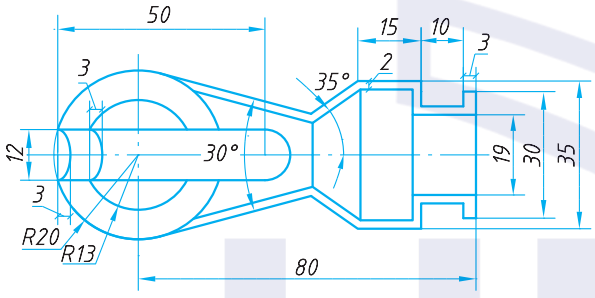
根据图 2-31 中的尺寸标注以 1∶1 的比例进行抄绘。


20
12
100°
R25
45°
120°
R47.5
R12.5

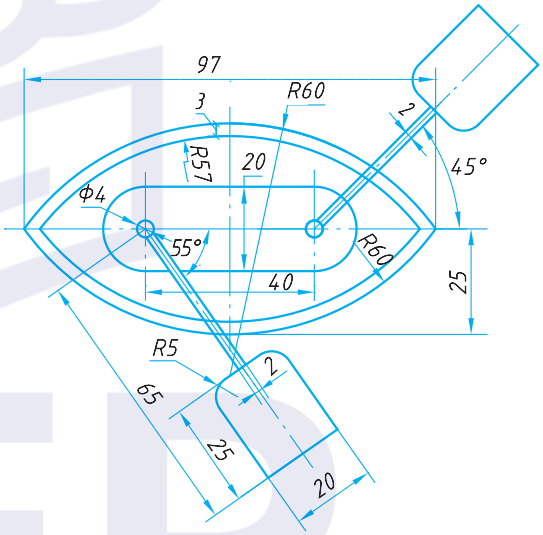
(a)


106
R40
R67
30
52
60
Φ20

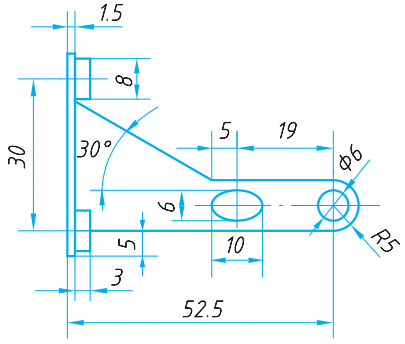
(b)


50
15
10
3
2
35°
3
12
30°
19
30
35
3
R20
R13
80

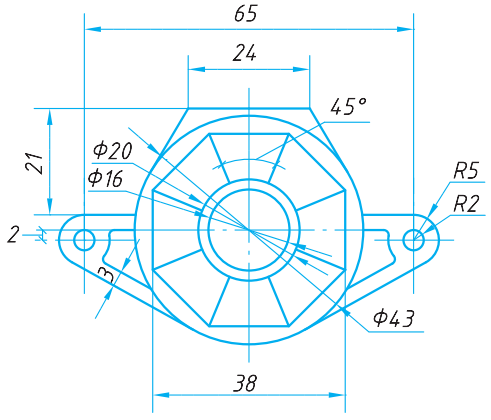
(c)


97
R60
3
2
R57
20
45°
Φ4
55°
R60
40
25
R5
2
65
25
20

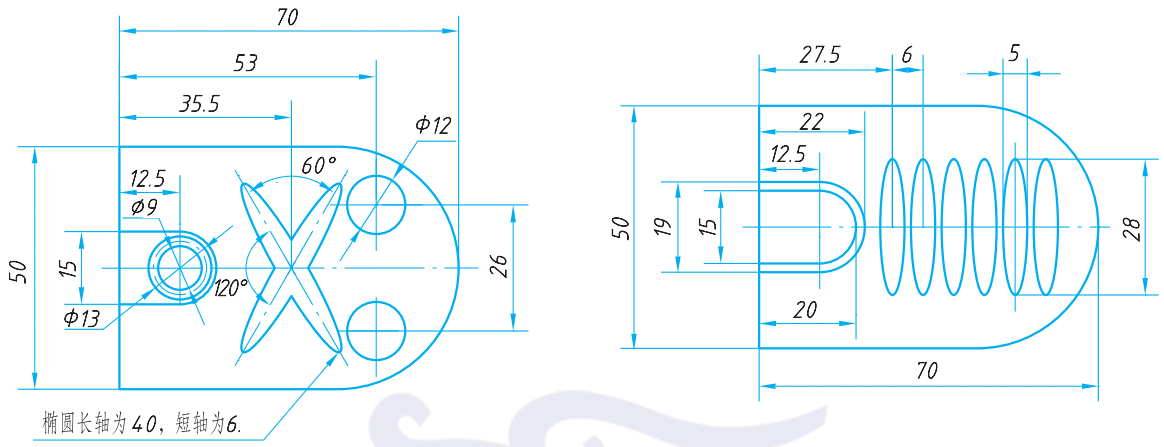
(d)


1.5
8
30
30°
5
19
Φ6
6
5
10
R5
3
52.5

(e)


65
24
45°
21
Φ20
Φ16
R5
R2
2
3
Φ43
38

(f)



(g)　　(h)

图 2-31　提高练习图

任务 3　绘制把手 >>>

任务目标

- 能正确绘制矩形和圆。
- 能根据要求进行倒角和倒圆角。
- 能对图形进行复制、修剪、延伸与拉长等编辑操作。

任务导入

绘制如图 2-32 所示的把手。

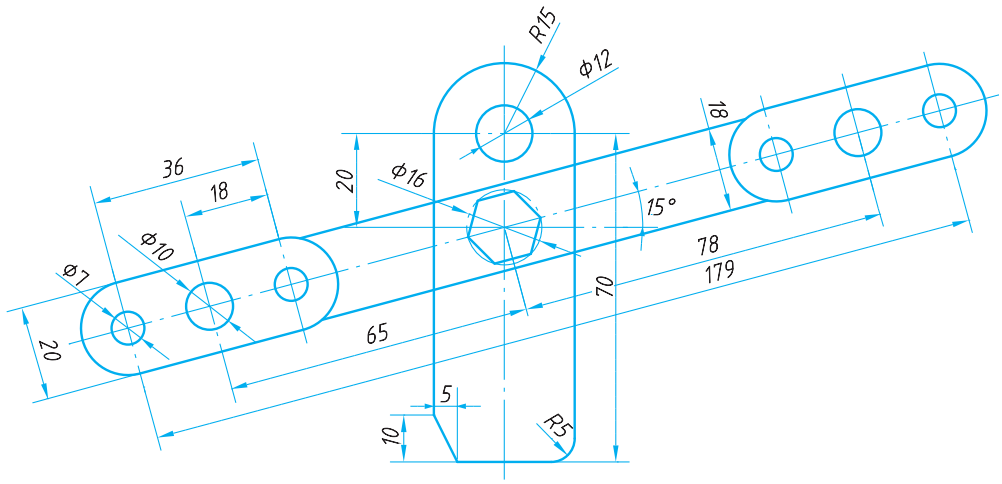


图 2-32　把手

任务分析

该把手图样总体为 T 形，相同特征的“跑道形”结构分布在左右两侧并倾斜了 15°，中间为矩形构成的固定块。绘制时可先绘制中间的固定块，然后再以水平方式绘制“跑道型”结构，最后进行旋转操作即可。

知识准备

1. 绘制矩形

通过指定矩形的两个对角点即可绘制矩形，矩形的大小由这两个对角点来确定。用户还可指定矩形边的宽度、对矩形进行倒角或倒圆角，使用时只需选择相对应的选项即可。

在菜单栏选择【绘图】→【矩形】命令或单击【绘图】面板中的【矩形】按钮，系统提示：

```
命令：_rectang
指定第一个角点或［倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)］:F   //选择【圆角(F)】选项
指定矩形的圆角半径 <0.0000>：8                                    //输入圆角半径“8”，按空格键
指定第一个角点或［倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)］:     //在绘图区单击一点
指定另一个角点或［面积(A)/尺寸(D)/旋转(R)］：@100,50             //输入：“@100”，按 Tab 键，继续输入“50”，按空格键。
```

指定圆角矩形如图 2-33a 所示，若没有指定圆角的大小则矩形如图 2-33b 所示。

(a) 指定圆角矩形　　(b) 不指定圆角矩形

图 2-33　绘制矩形

技术指导

此时画出的矩形是一个整体，若要对矩形的某一边进行编辑，需先进行分解操作。

2. 绘制圆

圆是绘图中经常使用的对象，AutoCAD 软件中提供了 6 种绘制圆的方法，默认方法是指定圆心与半径。

2.1　指定圆心与半径或直径绘制

直接指定圆心与半径或圆心与直径即可画圆。

在菜单栏选择【绘图】→【圆】命令或单击【绘图】面板中的【圆】按钮，系统提示：

命令：_circle 指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)］：　//单击一点为圆心

指定圆的半径或［直径(D)］：100　//输入圆半径“100”，按空格键，若采用直径输入时可选【直径(D)】选项，然后再输入直径的数值。

指定圆心与半径绘圆如图 2-34 所示。

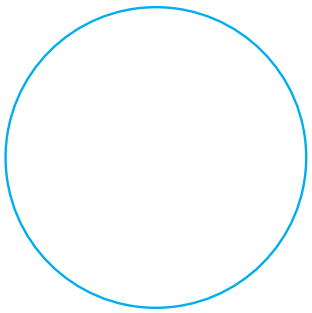


图 2-34　指定圆心与半径绘圆

2.2　通过 3 点绘圆

通过指定圆上的 3 个点来绘制圆，常用在只需确定三个点的场合(如所绘圆与其他三个图形对象都相切的情况)而未知其半径或直径的大小时使用。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 3”文件夹中的“3 点绘圆 . dwg”文件。

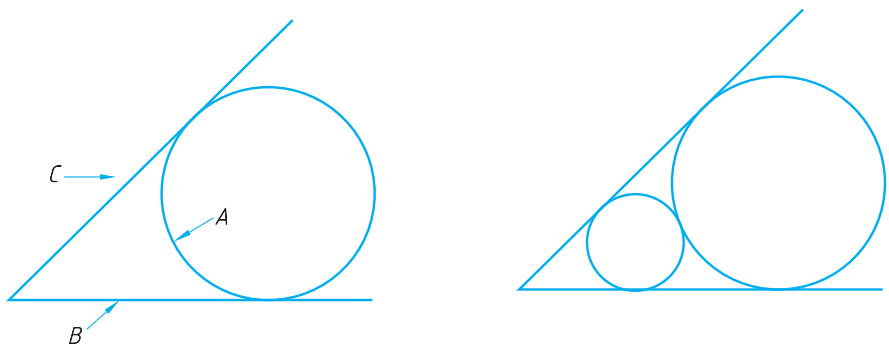
单击【绘图】面板中的【圆】按钮，系统提示：

命令：C

CIRCLE 指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)］：3P //输入 3P，即选择【三点(3P)】选项

指定圆上的第一个点：TAN	//输入“TAN”，即选择捕捉切点，按空格键
到	//选择如图 2-35a 所示的 *A* 点位置
指定圆上的第二个点：TAN	//输入“TAN”，按空格键
到	//选择如图 2-35a 所示的 *B* 点位置
指定圆上的第三个点：TAN	//输入“TAN”，按空格键
到	//选择如图 2-35a 所示的 *C* 点位置

绘制结果如图 2-35b 所示。



(a) 选择3点位置　　(b) 绘制结果

图 2-35　3 点绘圆

技术指导

这里举例了通过捕捉3个切点绘制圆的方法，即在指定捕捉选项时通过快捷方式，输入“TAN”命令分别捕捉了圆的3个切点。在系统要求“指定圆上的第一(二、三)个点”时，按住Shift键的同时单击右键，在弹出的快捷菜单中选择【切点】选项，亦可启用捕捉切点的功能。在绘制相切圆时，选择不同的切点位置将得到不同的绘制效果，如图2-36所示，图中两个不同圆为分别通过选择切点1、2、3和切点4、2、5得到的。

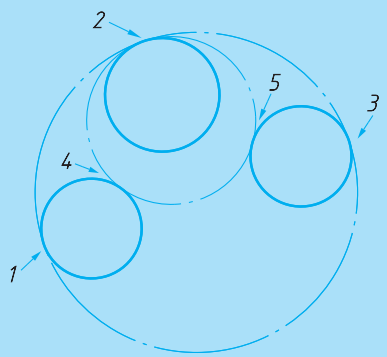


图2-36　不同相切位置的绘制效果

也可以在【绘图】面板中单击【相切、相切、相切】按钮，直接启用3点相切命令。

2.3　通过2点绘圆

通过2点绘圆的方法与通过3点绘圆的方法相似，只是少选一个点。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务3”文件夹中的“2点绘圆.dwg”文件。

在【绘图】面板中单击【圆】按钮，系统提示：

命令：_circle 指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)］：2P　//输入“2P”，按空格键
指定圆直径的第一个端点：　//捕捉选择如图2-37a所示的1点
指定圆直径的第二个端点：　//捕捉选择如图2-37a所示的2点

绘制结果如图2-37b所示。

(a) 指定位置　　(b) 绘制结果

图2-37　2点绘圆

2.4　通过指定两个相切对象和半径绘圆

通过指定所绘圆与两个对象相切的位置及半径即可绘制圆，此方法适用于所绘圆与两图元对象相切并且已知半径的条件下。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务3”文件夹中的“TTR绘

圆 . dwg”文件。

在【绘图】面板中单击【圆】按钮，系统提示：

命令：c

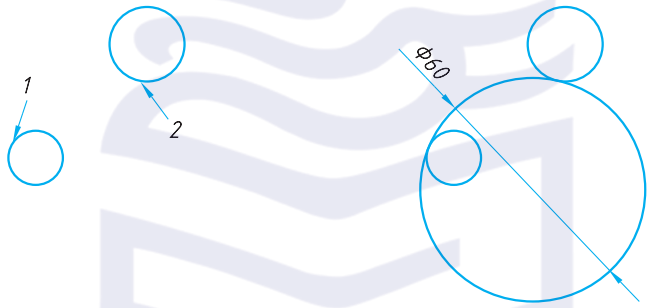
CIRCLE 指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)］:T　//输入“T”,按空格键

指定对象与圆的第一个切点：　//在如图 2-38a 箭头 1 所指处选择圆

指定对象与圆的第二个切点：　//在如图 2-38a 箭头 2 所指处选择另一圆

指定圆的半径 <10.0000>：30　//输入圆的半径“30”,按空格键

绘制结果如图 2-38b 所示。



(a) 指定相切位置　(b) 绘制结果

图 2-38　TTR 绘圆

3. 倒角

倒角是通过指定一定的距离将两条相交直线通过一斜线进行连接。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 3”文件夹中的“倒角 . dwg”文件。

在菜单栏选择【修改】→【倒角】命令或在【修改】面板中单击【倒角】按钮，系统提示：

命令：_chamfer

(“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 0.0000,距离 2 = 0.0000

选择第一条直线或［放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)］:D

　//输入“D”,选择【距离 (D)】选项

指定 第一个 倒角距离 <0.0000>：15　//输入第一条倒角边的距离“15”,按空格键

指定 第二个 倒角距离 <10.0000>：10　//输入第二条倒角边的距离“10”,按空格键

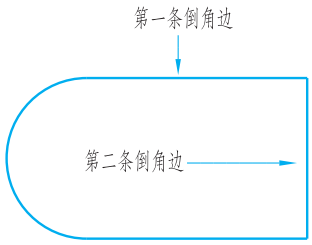
选择第一条直线或［放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)］:

　//选择第一条倒角边,如图 2-39a 所示

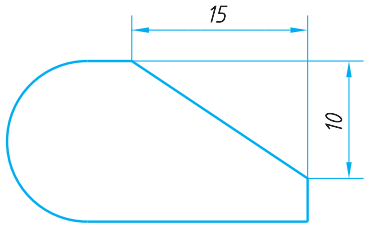
选择第二条直线,或按住 Shift 键选择直线以应用角点或［距离(D)/角度(A)/方法(M)］:

　//选择第二条倒角边,如图 2-39a 所示

绘制结果如图 2-39b 所示。



(a) 指定倒角边



(b) 绘制结果

图 2-39　倒角

技术指导

启用【倒角】命令后，若接受当前的倒角模式，可直接选取需要进行倒角的对象，注意所选择的直线端为需倒角的位置。命令行第二行各选项含义如下：

1）放弃(U)：恢复在命令中执行的上一个操作。

2）多段线(P)：针对整个二维多段线倒角。在相交多段线的每个顶点处进行倒角，倒角形成的线段为多段线的新线段。如果多段线包含的线段过短以至于无法容纳倒角距离，则不对这些线段进行倒角。

3）距离(D)：设定倒角至选定边端点的距离。如果将两个距离均设定为零，倒角时将延伸或修剪两条直线，以使它们终止于同一点，应用这种方法可以将两直线段进行修剪。

4）角度(A)：用第一条线的倒角距离和第二条线的角度设定倒角距离，效果如图 2-40 所示。

5）修剪(T)：是否将选定的边修剪到倒角直线的端点，效果如图 2-40 所示。

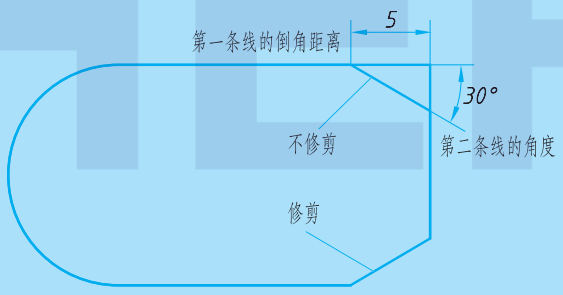


图 2-40　角度和修剪效果

6）方式(E)：控制倒角时是使用两个距离还是一个距离和一个角度来创建倒角。

7）多个(M)：在一次调用命令的情况下为多个对象的边进行倒角。

4. 倒圆角

倒圆角是通过指定距离将两个对象通过一段平滑的圆弧进行连接，可进行倒圆角的对象为直线、圆弧、椭圆、射线和样条曲线等。

继续采用上一个矩形例子，在菜单栏选择【修改】→【倒圆角】命令或在【修改】面板中单击【倒圆角】按钮，系统提示：

命令：_fillet

当前设置：模式 = 修剪，半径 = 5.0000

选择第一个对象或［放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)］:R　//输入“R”，按空格键

指定圆角半径 <5.0000>: 3　　//输入圆角半径“3”，按空格键

选择第一个对象或［放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)］:

　　//选择第一个倒圆角边，如图 2-41a 中箭头所指直线中的一条

选择第二个对象，或按住 Shift 键选择对象以应用角点或［半径(R)］:

　　//选择第二个倒圆角边，如图 2-41a 中箭头所指的另一条直线

绘制结果如图 2-41b 所示。

(a) 指定倒圆角边　　(b) 绘制结果

图 2-41　倒圆角

技术指导

倒圆角的操作与倒角操作相似，在实际应用中由于倒圆角具有修剪倒圆角对象两端点的作用，因此经常设置倒圆角半径为 0 进行倒圆角，起到修剪的作用。

5. 复制

使用【复制】命令可将选择的对象（如图元对象、文字）一次或多次复制到指定的位置上，主要用于绘制与原对象相同的对象。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 3”文件夹中的“复制 . dwg”文件。

在菜单栏选择【修改】→【复制】命令或在【修改】面板中单击【复制】按钮，系统提示：

命令：_copy

选择对象：找到 1 个　　//选择如图 2-42a 所示的复制对象，按空格键

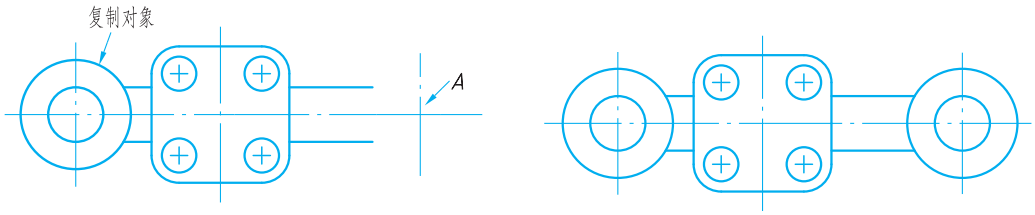
选择对象：

当前设置：复制模式 = 多个

指定基点或［位移(D)/模式(O)］<位移>:　　//选择如图 2-42a 所示的复制对象的圆心为基点

指定第二个点或［阵列(A)］<使用第一个点作为位移>: //选择如图 2-42a 所示的 *A* 点为放置点

复制结果如图 2-42b 所示。



(a) 指定复制对象、基点及放置点　　(b) 复制结果

图 2-42　复制

技术指导

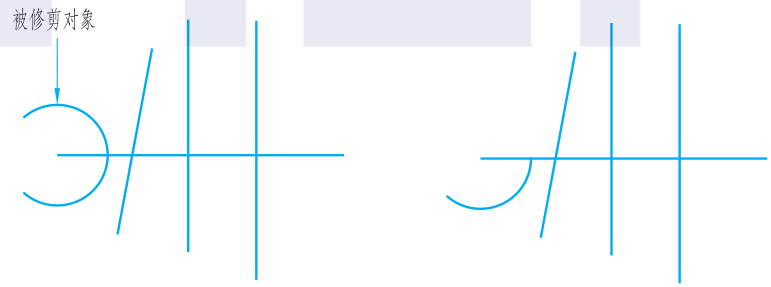
指定完基点后，也可以可直接以相对坐标或绝对坐标的方式输入另一个点，以确定放置位置。

6. 修剪

使用【修剪】命令可将相交对象的多余部分进行修剪或删除，实际工作中应用非常广泛。打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 3”文件中的“修剪 . dwg”文件。在菜单栏选择【修改】→【修剪】命令或在【修改】面板中单击【修剪】按钮，系统提示：

命令：_trim
当前设置：投影 = UCS，边 = 无，模式 = 快速
选择要修剪的对象，或按住 Shift 键选择要延伸的对象或
[剪切边(T)/窗交(C)/模式(O)/投影(P)/删除(R)]：　//选择如图 2-43a 所示的被修剪对象

修剪结果如图 2-43b 所示。



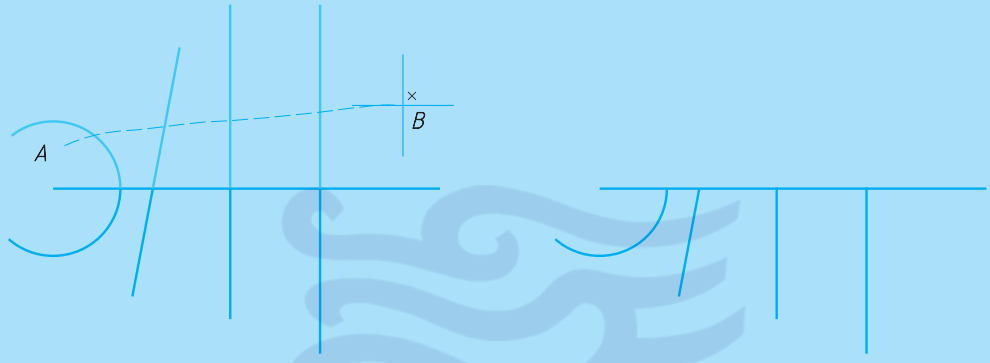
(a) 选择被修剪对象　　(b) 修剪结果

图 2-43　修剪

技术指导

当需要同时对多个对象进行集中修剪时，可采用栏选的形式选择修剪对象，达到同时修剪多个对象的效果，这种方法经常使用，效率高。选择栏由一系列临时线段组成，它们由两个或多个栏选点指定。选择栏不构成闭合环。

操作方法：在【修改】面板中单击【修剪】按钮，在如图 2-44a 所示的 *A* 点处单击，水平向右移动光标至 *B* 点处单击，以绘制虚线显示的曲线段，按空格键，则所有与该虚线相交的对象都被修剪，修剪结果如图 2-44b 所示。



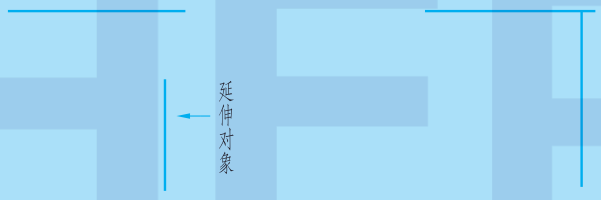
(a) 选择剪切对象　　(b) 修剪结果

图 2-44　栏选修剪

对于【修剪】命令，系统提供了以下几个选项，主要选项含义如下。

1）按住 Shift 键选择要延伸的对象：通过该选项可使用【修剪】命令在执行的过程中与【延伸】命令相互切换。操作方法：

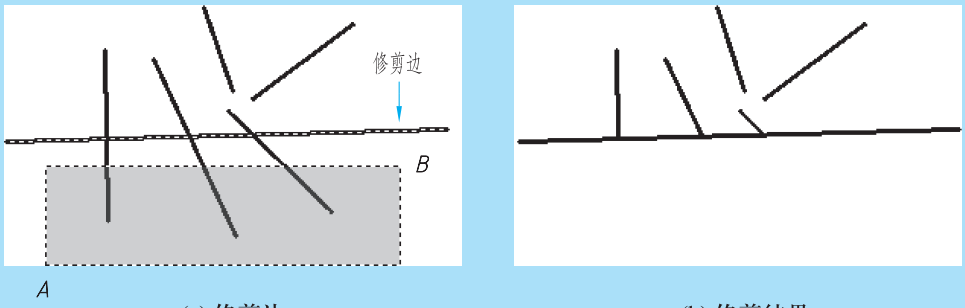
在【修改】面板中单击【修剪】按钮，按住 Shift 键的同时单击如图 2-45a 所示的延伸对象，延伸结果如图 2-45b 所示。



(a) 延伸对象　　(b) 延伸结果

图 2-45　切换至延伸

2）窗交：通过该选项可同时删除多个对象，矩形窗口区域内部或与之相交的对象都将被作为修剪对象。注意，AutoCAD 2022 采用不同的方式进行窗口选择时将产生不同的效果，因此选择时需特别注意。习惯而言，一般是从左向右进行选择，系统在修剪时将沿着矩形窗口从第一个点以顺时针方向选择遇到的第一个对象。操作方法：在【修改】面板中单击【修剪】按钮，选择如图 2-46a 所示的修剪边，按空格键，输入“C”，按空格键，在如图 2-46a 所示的 *A* 点处单击，水平向右上方移动光标至 *B* 点处单击，以矩形窗口的形式选择，按空格键，则所有与该窗口相交的对象都被修剪，修剪结果如图 2-46b 所示。



(a) 修剪边　　(b) 修剪结果

图 2-46　窗交修剪

7. 延伸

【延伸】命令可将图形元素延伸至指定对象的边界处。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 3”文件夹中的“延伸 . dwg”文件。

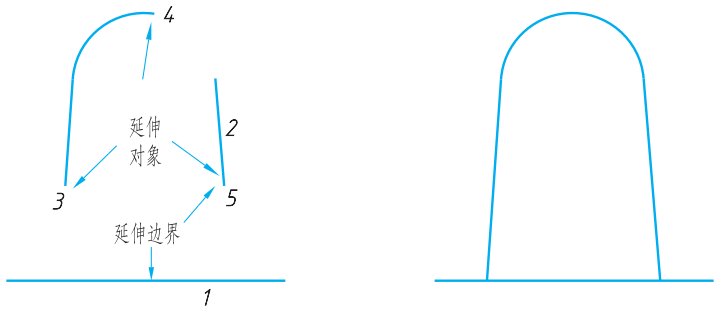
在菜单栏选择【修改】→【延伸】命令或在【修改】面板中单击【延伸】按钮 ,系统提示：

命令：_extend
当前设置：投影 = UCS，边 = 无
选择边界的边 . . .
选择对象或 <全部选择>：找到 1 个　　//选择如图 2-47a 所示的延伸边界 1，按空格键
选择对象：找到 1 个，总计 2 个　　//选择如图 2-47a 所示的延伸边界 2，按空格键
选择对象：
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：　　//选择如图 2-47a 箭头所指延伸对象 3 所在端
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：　　//选择如图 2-47a 箭头所指延伸对象 4 所在端
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：　　//选择如图 2-47a 箭头所指延伸对象 5 所在端
选择要延伸的对象，或按住 Shift 键选择要修剪的对象，或
[栏选(F)/窗交(C)/投影(P)/边(E)/放弃(U)]：　　//按空格键退出延伸命令

延伸结果如图 2-47b 所示。

技术指导

对于不会相交的图形不能进行延伸操作，其中，延伸边界为延伸对象延伸后相交的临界边，另外，选择的位置决定了延伸的起始点。



(a) 延伸边界与对象　　(b) 延伸结果

图 2-47　延伸

8. 拉长

【拉长】命令可用于拉长直线或圆弧，常用于按指定的距离或动态延伸进行拉长的情况。如需要对如图 2-48a 所示的中心线拉长“20”，可通过如下的操作方法实现：

在菜单栏选择【修改】→【延伸】命令，系统提示：

命令：_lengthen

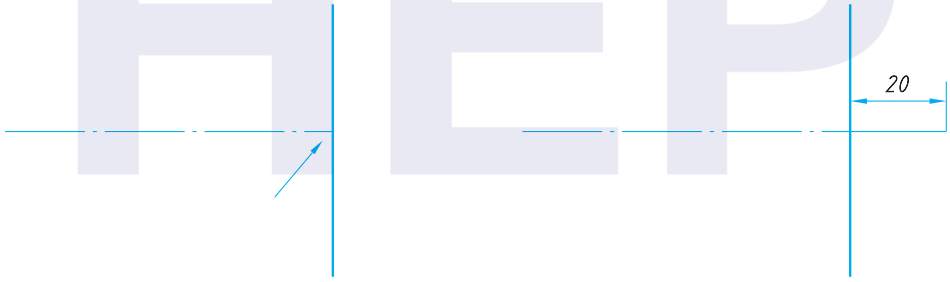
选择对象或［增量(DE)/百分数(P)/全部(T)/动态(DY)］：DE　//输入“DE”，以选择【增量(DE)】选项

输入长度增量或［角度(A)］<3.0000>：20　//输入拉长长度“20”，按空格键

选择要修改的对象或［放弃(U)］：　//选择如图 2-48a 箭头所指的中心线端

选择要修改的对象或［放弃(U)］：　//按空格键，退出【拉长】命令

拉长结果如图 2-48b 所示。



(a) 指定拉长线段　　(b) 拉长结果

图 2-48　拉长

技术指导

对于【拉长】命令，系统提供了以下几个选项，各选项含义如下：

1）增量：按指定的长度拉伸对象，拉伸长度从距离选择点最近的端点开始算起。正值时为扩展对象，负值则为修剪对象。

2）百分数：通过指定对象总长度的百分数设定对象拉长长度，当大于 100% 时为扩展对象，小于 100% 时为修剪对象。

3）全部：通过指定从固定端点测量的总长度的绝对值来设定选定对象的长度，如图 2-49a 所示，原始长度为“70.6”的中心线，设置总长度为“50”，则拉长结果如图 2-49b 所示。该选项也可以指定总角度设置选定圆弧的包含角。

(a) 原始长度　　(b) 拉长结果

图 2-49　“全部”选项拉长效果

4）动态：通过拖动选定对象的端点之一来更改其长度，其他的端点保持不变。

任务实施

新建文件后，按 F8 键，打开正交模式。按 F3 键，打开对象捕捉模式。参照如图 2-50 所示图形使用【直线】命令绘制定位线，尺寸控制在如图所示的范围内即可。

在【绘图】面板中单击【圆】按钮，系统提示：

命令：_circle

指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)］：_tt 指定临时对象追踪点：

//按住 Shift 键的同时，单击鼠标右键，选择【临时追踪点】选项，选择如图 2-50 所示的 *A* 点作为基点，向上移动鼠标

指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)］：“20”　//输入距离为“20”，按空格键

指定圆的半径或［直径(D)］<6.0000>：15　//输入半径为“15”，按空格键

继续在刚创建的半径为“15”的圆心上创建直径为“12”的圆，两个圆如图 2-51 所示。

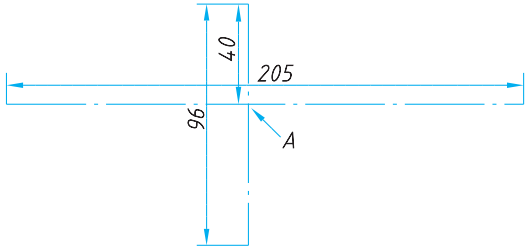


图 2-50　绘制定位线

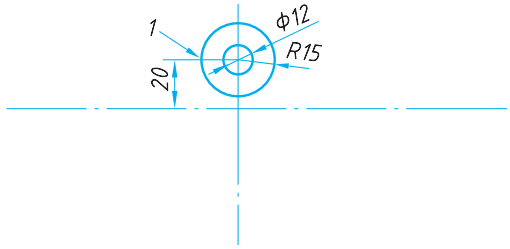


图 2-51　两个圆

以如图 2-51 所示的半径为“15”的圆上的点 1 为直线的起点，垂直向下绘制长度为“70”的直线，移动光标向右，输入长度“30”，向上移动光标，输入长度“70”，按空格键，绘制矩形如图 2-52a 所示。通过对如图 2-52a 剪头所指的圆弧进行删除修剪，对矩形的左下角进行 10 mm×5 mm 的倒角，对右下角进行 *R*5 mm 的倒圆角。绘制结果如图 2-52b 所示。

(a) 绘制矩形　　(b) 绘制结果

图 2-52　矩形绘制和细节处理

在【绘图】面板中单击【正多边形】按钮，系统提示：

命令_polygon 输入侧面数 <4>：6　　//输入多边形的边数“6”，按空格键

指定正多边形的中心点或［边(E)］：　　//在绘制区中选择如图 2-52b 箭头所指的交点

输入选项［内接于圆(I)/外切于圆(C)］<I>：　　//按空格键，默认采用内接于圆方式

指定圆的半径：8　　//输入半径“8”，按空格键

绘制六边形如图 2-53a 所示。

(a) 绘制六边形与“φ10”圆　　(b) “φ7”和“φ10”圆

图 2-53　绘制圆

在【绘图】面板中单击【圆】按钮，系统提示：

命令：_circle

指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)］：_tt 指定临时对象追踪点：

//按住 Shift 键的同时，单击鼠标右键，选择【临时追踪点】选项，选择如图 2-50 所示的 *A* 点作为基点，向左移动鼠标

指定圆的圆心或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)］：65　　//输入距离为“65”，按空格键

指定圆的半径或［直径(D)］<6.0000>：5　　//输入半径为“5”，按空格键

绘制“ϕ10”圆如图 2-53a 所示。采用同样的方法，在刚创建的半径为“5”的圆心左右两侧分别创建“ϕ7”圆和“ϕ20”圆，如图 2-53b 所示。

采用【直线】命令，绘制两“ϕ20”圆的水平相切直线，并将多余的圆弧修剪删除，最终绘制“跑道形”如图 2-54a 所示。接着在【修改】面板中单击【复制】按钮，系统提示：

命令：_copy

选择对象：指定对角点：找到 7 个　//以窗口形式选择如图 2-54 所示左侧“跑道形”的所有图形，按空格键

选择对象：

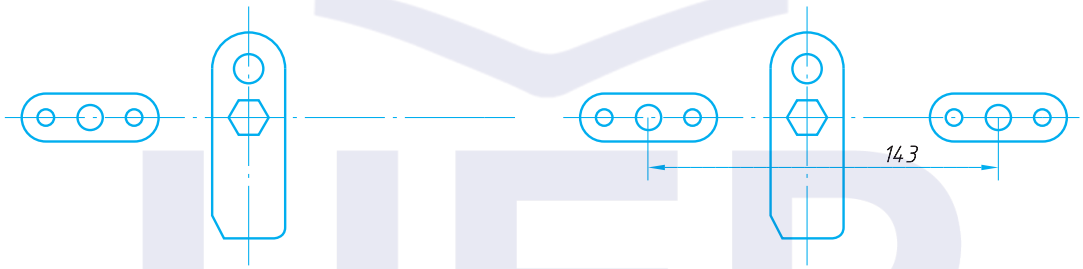
当前设置：　复制模式 = 多个

指定基点或［位移(D)/模式(O)］<位移>：　　//选择如图 2-54a 所示“ϕ10”圆的圆心

指定第二个点或［阵列(A)］<使用第一个点作为位移>：@ 143,0　//输入“@ 143,0”，按空格键

指定第二个点或［阵列(A)/退出(E)/放弃(U)］<退出>：

复制结果如图 2-54b 所示。



(a) 绘制“跑道形”　　(b) 复制结果

图 2-54　复制圆

在【修改】面板中单击【复制】按钮，系统提示：

命令：_copy

选择对象：找到 1 个　　//选择水平直线，按空格键

选择对象：

当前设置：复制模式 = 多个

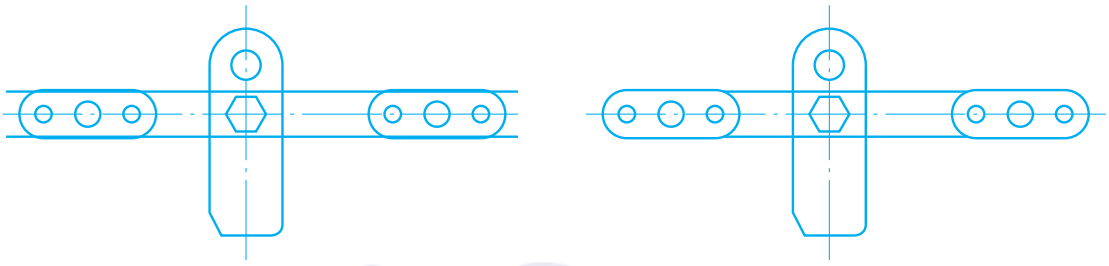
指定基点或［位移(D)/模式(O)］<位移>：　　//选择正六边形的中心，

指定第二个点或［阵列(A)］<使用第一个点作为位移>：@ 9<90　　//输入“@ 9”，按 Tab 键，输入“90”，按空格键

指定第二个点或［阵列(A)/退出(E)/放弃(U)］<退出>：@ 9<270　　//输入“@ 9”，按 Tab 键，输入“270”，按空格键

指定第二个点或［阵列(A)/退出(E)/放弃(U)］<退出>：

复制水平线，如图 2-55a 所示。接着对多余的直线进行删除，细节处理结果如图 2-55b 所示。



(a) 复制水平线　　(b) 细节处理结果

图 2-55　绘制水平线

在【修改】面板中单击【旋转】按钮，系统提示：

命令：_rotate

UCS 当前的正角方向：　ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0

选择对象：指定对角点：找到 18 个　　//窗选如图 2-55b 所示的整个水平把手部分，按空格键

选择对象：

指定基点：　　//选择正六边形中心为旋转中心，按空格键

指定旋转角度，或［复制(C)/参照(R)］<0>：15　//输入“15”，按空格键

旋转把手结果如图 2-56 所示。至此任务完成。

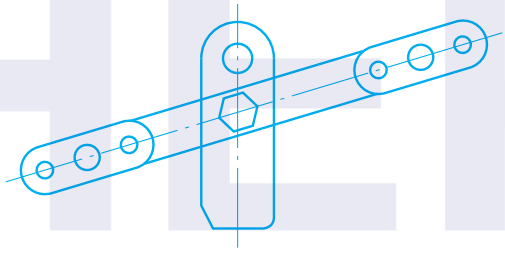


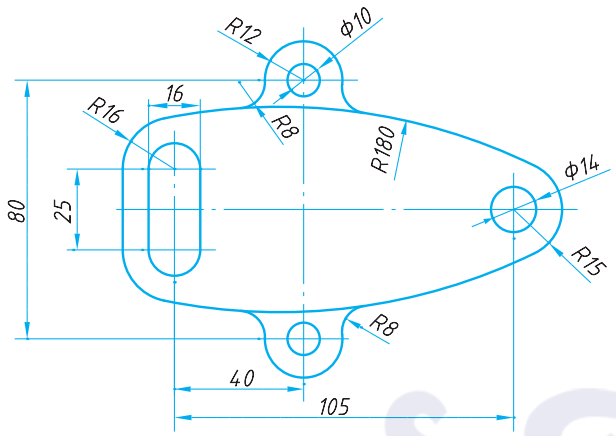
图 2-56　旋转把手结果

任务总结

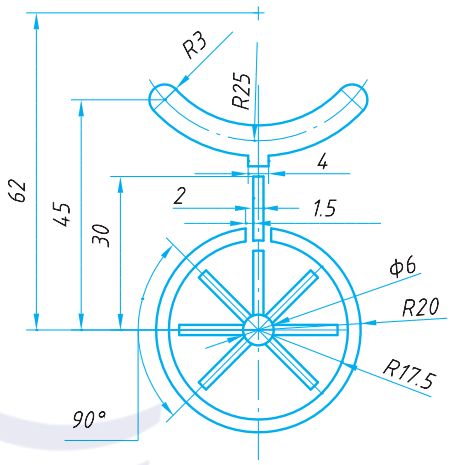
本任务主要学习了矩形和圆的绘制方法，以及如何对图形进行倒角、倒圆角、复制、修剪、延伸与拉长。对于旋转了一定角度的不规则图形，一般采用先规整后旋转处理的方法，如本任务中的把手部分。同时，对于具有相同特征的图形可采用复制的方法进行创建。

提高练习

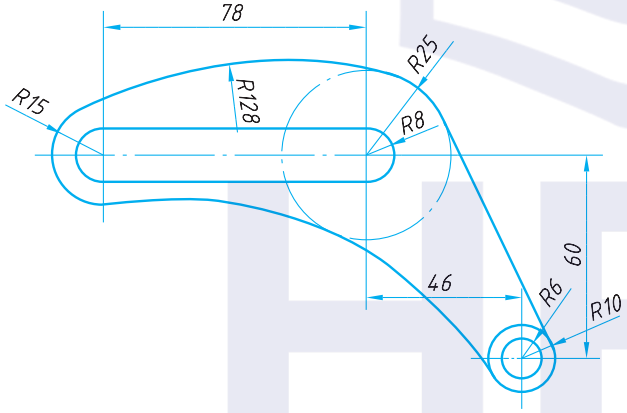
根据图 2-57 中的尺寸标注以 1∶1 的比例进行抄绘。


R12
Φ10
16
R16
R8
R180
Φ14
80
25
R15
R8
40
105

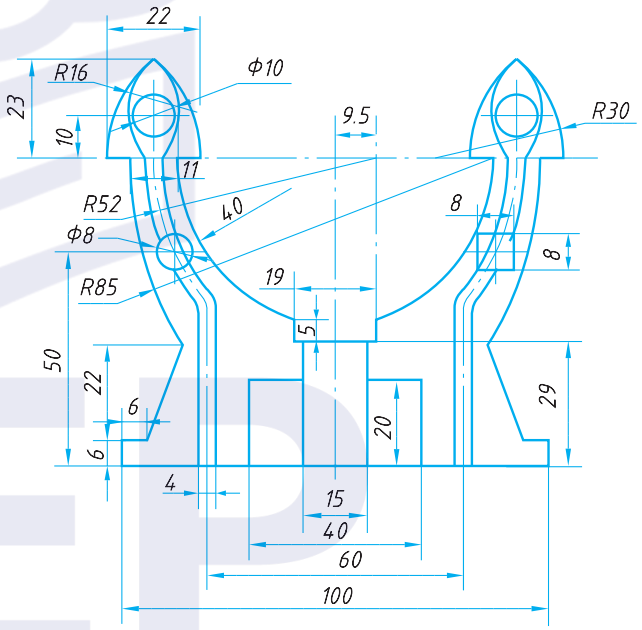
(a)


R3
R25
62
4
45
2
1.5
30
Φ6
R20
R17.5
90°

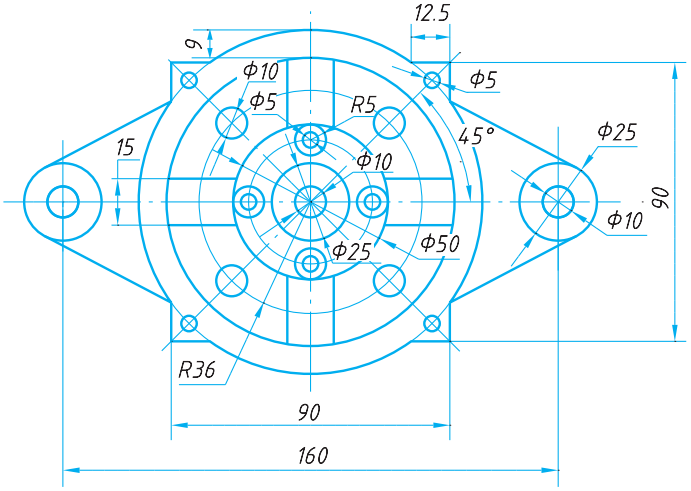
(b)


78
R25
R15
R128
R8
46
R6
60
R10

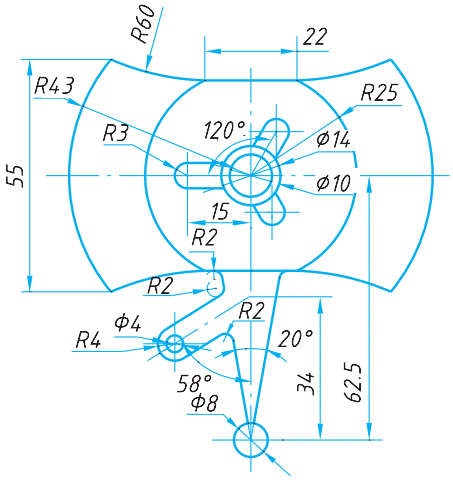
(c)


22
R16
Φ10
23
10
9.5
R30
11
R52
40
8
Φ8
8
R85
19
5
50
22
6
6
20
29
4
15
40
60
100

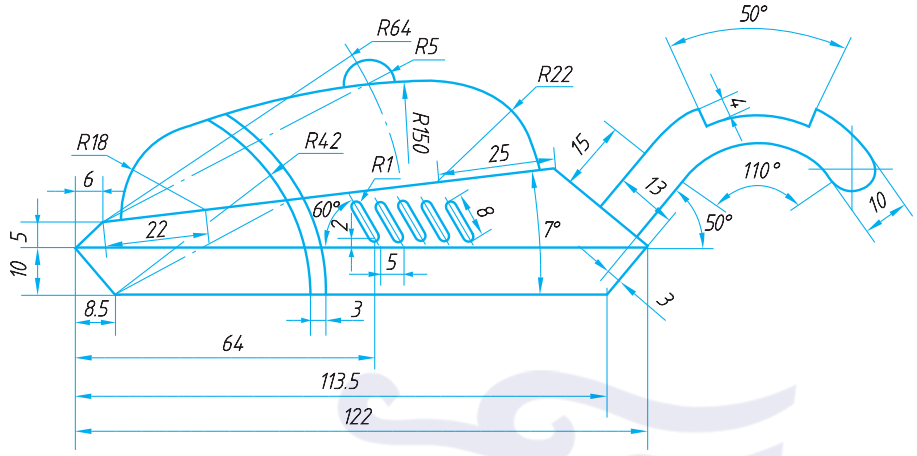
(d)


12.5
9
Φ10
Φ5
Φ5
R5
45°
Φ25
15
Φ10
90
Φ10
Φ25
Φ50
R36
90
160

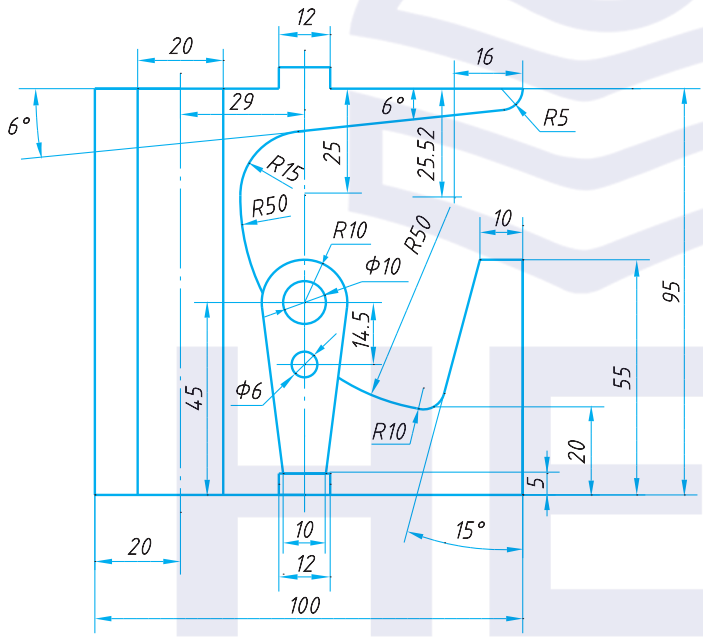
(e)


R60
22
R43
R25
R3
120°
Φ14
55
Φ10
15
R2
R2
R2
Φ4
R4
20°
58°
Φ8
34
62.5

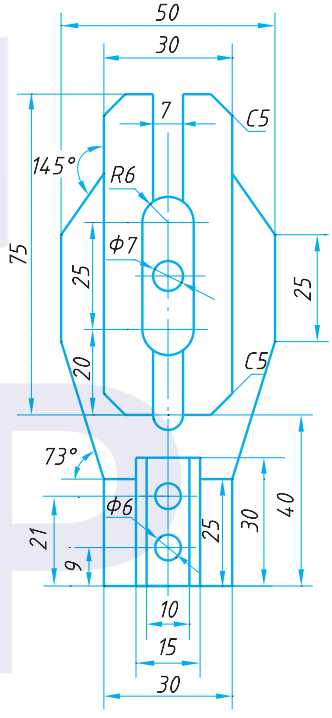
(f)



(g)



(h)



(i)

图 2-57　提高练习图

任务 4　绘制掰手器 >>>

任务目标

➢ 能对图形进行镜像、偏移、阵列、缩放和平移等操作。

➢ 能根据图样特点选择合适的方法绘制图样。

任务导入

绘制如图 2-58 所示的掰手器。

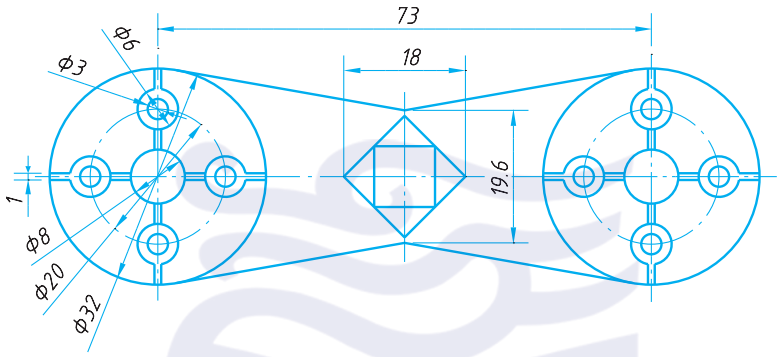


图 2-58　掰手器

任务分析

该掰手器图样中心为一旋转了 45°的正方形，该正方形还内嵌了一个小的正方形。左右两侧对称，主要由圆形构成。中心圆的周边还均布了四个 C 形轮廓。绘制时可在画好定位线后，先绘制掰手器图样左侧的一个 C 形轮廓，通过阵列方式复制其他均布的轮廓；然后补充其他细节，接着使用镜像方式复制右侧，最后绘制正方形。

知识准备

1. 镜像

【镜像】命令可将选定的对象按指定的对称轴进行复制，适用于绘制具有对称特征的图形。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 4”文件夹中的“镜像 . dwg”文件。

在菜单栏选择【修改】→【镜像】命令或在【修改】面板中单击【镜像】按钮，系统提示：

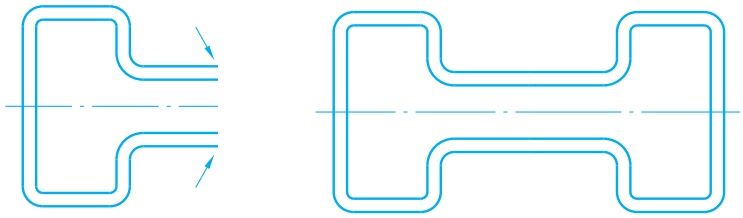
命令：_mirror

选择对象：指定对角点：找到 27 个　　//窗选图 2-59a 中的所有对象，按空格键

选择对象：指定镜像线的第一点：指定镜像线的第二点：　　//分别选择图 2-59a 中箭头所指的直线端点，以指定对称轴

要删除源对象吗？［是(Y)/否(N)］<N>：　　//按空格键，默认为不删除源对象

镜像结果如图 2-59b 所示。



(a) 镜像对象与镜像轴　　(b) 镜像结果

图 2-59　镜像

2. 偏移

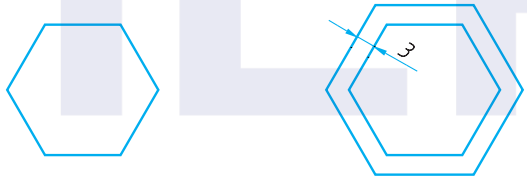
使用【偏移】命令可在指定距离或指定点建立一个与所选对象相似的对象，可快速地创建平行线、同心圆、同心椭圆及同心正多边形等，使用频率非常高。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 4”文件夹中的“偏移 . dwg”文件。

在菜单栏选择【修改】→【偏移】命令或在【修改】面板中单击【偏移】按钮，系统提示：

命令：_offset
当前设置：删除源 = 否　图层 = 源　OFFSETGAPTYPE = 0
指定偏移距离或［通过(T)/删除(E)/图层(L)］<5.0000>：　3　　//输入偏移距离为“3”，按空格键
选择要偏移的对象，或［退出(E)/放弃(U)］<退出>：　　//选择正六边形，按空格键
指定要偏移的那一侧上的点，或［退出(E)/多个(M)/放弃(U)］<退出>：　//朝正六边形的外侧单击
选择要偏移的对象，或［退出(E)/放弃(U)］<退出>：　　//按空格键，退出偏移命令

偏移结果如图 2-60b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 偏移结果

图 2-60　偏移

技术指导

在选择偏移对象后，鼠标单击的一侧为偏移方向。除了指定距离偏移对象外，还可通过指定点进行偏移，该点可以是已知点或任意点。操作方法如下：

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 4”文件夹中的“通过点偏移 . dwg”文件。在【修改】面板中单击【偏移】按钮，系统提示：

```
命令：_offset
当前设置：删除源=否　图层=源　OFFSETGAPTYPE=0
指定偏移距离或［通过(T)/删除(E)/图层(L)］<通过>:T
//输入“T”,选择【通过(T)】选项,按空格键
选择要偏移的对象,或［退出(E)/放弃(U)］<退出>:　　//选择中心线,如图 2-61a 所示
指定通过点或［退出(E)/多个(M)/放弃(U)］<退出>: //选择圆心
选择要偏移的对象,或［退出(E)/放弃(U)］<退出>:　//按空格键退出偏移命令
```

偏移结果如图 2-61b 所示。

(a) 中心线　　(b) 偏移结果

图 2-61　通过点偏移

3. 阵列

【阵列】命令可以将选定的对象沿矩形或环形批量复制,并使复制的对象有规律地分布。系统共提供了 3 种阵列方法。

3.1　矩形阵列

【矩形阵列】命令使阵列复制的对象呈矩形分布。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 4”文件夹中的“矩形阵列 . dwg”文件。

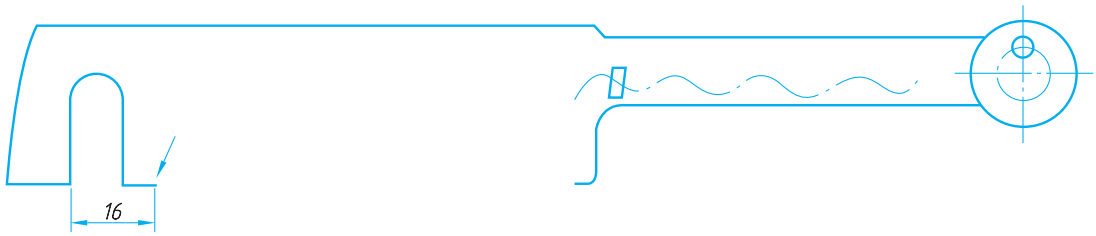
在菜单栏选择【修改】→【矩形阵列】命令或在【修改】面板中单击【矩形阵列】按钮,选择倒 U 形图形,按空格键,系统弹出【矩形阵列创建】对话框,如图 2-62b 所示,设置【列数】为“6”、【介于】为“16”、【行数】为“1”。单击 按钮,阵列结果如图 2-62c 所示。

技术指导

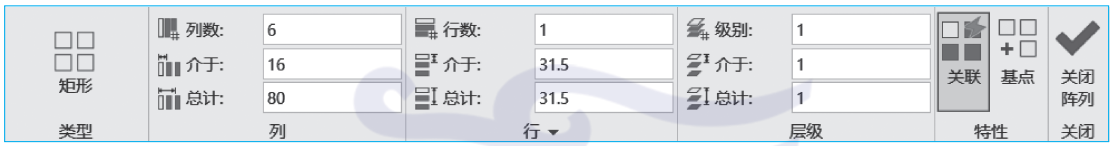
需要注意【介于】的距离为矢量,与正负值有关,决定了阵列的方向。

3.2　路径阵列

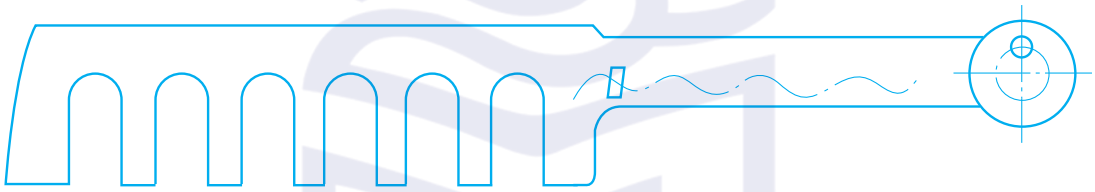
【路径阵列】命令使阵列复制的对象按指定的路径分布,路径可以是直线、多段线、三维多段线、样条曲线、螺旋、圆弧、圆或椭圆等。



(a) 指定对象



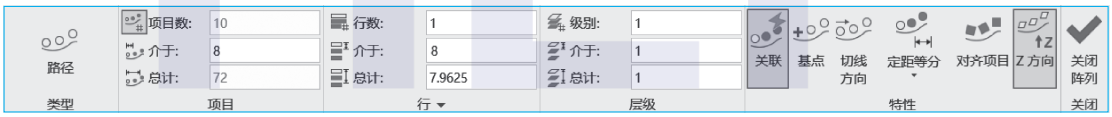
(b)【矩形阵列创建】对话框



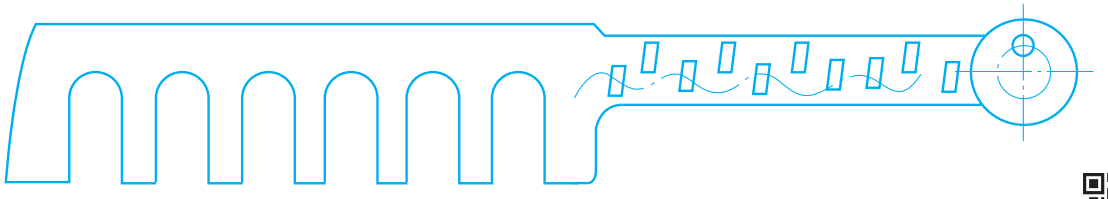
(c) 阵列结果

图 2-62　矩形阵列

沿用上一案例，在【修改】面板中单击【路径阵列】按钮，选择如图 2-62a 所示的平行四边形，选择与平行四边形相交的曲线，按空格键，系统弹出【路径阵列创建】对话框，如图 2-63a 所示，选择【定距等分】选项，设置【介于】为“8”、【行数】为“1”，其他参数采用默认值。单击按钮，阵列结果如图 2-63b 所示。



(a)【路径阵列创建】对话框



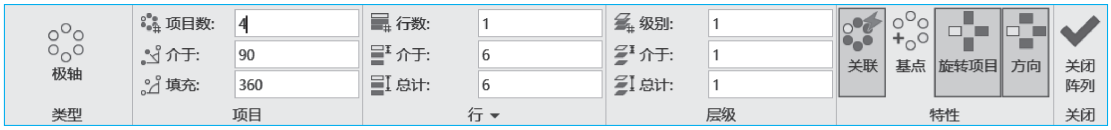
(b) 阵列结果

图 2-63　路径阵列

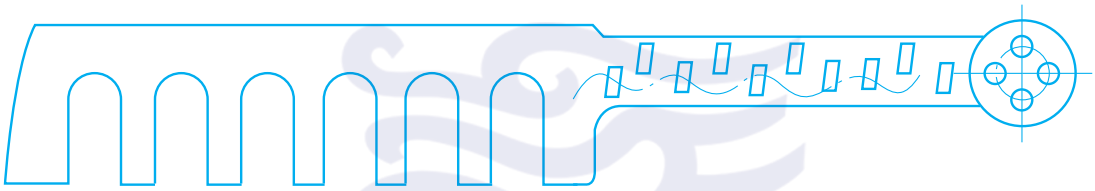
3.3　环形阵列

环形阵列命令使阵列复制的对象环形分布。

继续沿用上一案例，在修改工具栏上单击【环形阵列】按钮，选择如图 2-62a 所示的小圆作为阵列对象，选择大圆圆心为阵列的中心点，系统弹出【极轴阵列创建】对话框，如图 2-64a 所示，输入【项目数】为“4”，其他参数默认。单击 按钮，阵列结果如图 2-64b 所示。



(a)【极轴阵列创建】对话框



(b) 阵列结果

图 2-64　环形阵列

技术指导

常用选项说明如下。

1）关联(AS)：指新生成的对象与原对象是否存在着关联关系，若存在着关联关系，编辑时将视为一个整体，否则为单独个体。

2）基点(B)：指环形阵列的旋转中心。

3）项目(I)：指环形阵列的生成数量。

4）项目间角度(A)：指新生成的两个对象间的角度。

5）填充角度(F)：指通过指定一定的角度(范围)，系统自动根据阵列的数量分配各对象间的角度，而不用指定两个对象间的角度。

4. 缩放

【缩放】命令可将选定的对象按指定的比例进行放大或缩小。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 4”文件夹中的“缩放 . dwg”文件。

在菜单栏选择【修改】→【缩放】命令或在【修改】面板中单击【缩放】按钮，系统提示：

命令：_scale

选择对象：指定对角点：找到 16 个　　//窗选如图 2-65a 所示的五环

选择对象：　　//按空格键

指定基点：　　//任意选择一圆心为缩放基点

指定比例因子或［复制(C)/参照(R)］：0.8　　//输入比例因子“0.8”

缩放结果如图 2-65b 所示。

(a) 五环　　(b) 缩放结果

图 2-65　缩放

技术指导

系统还提供了两个选项，其含义如下。

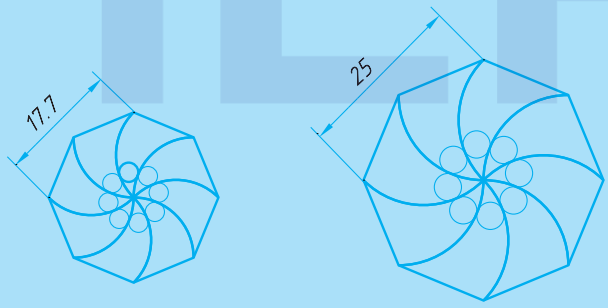
1）复制：以复制的形式缩放选定对象。

2）参照：按指定的参照长度和新长度缩放所选对象，通过这种方法可以指定某一对象具有特定的长度，以满足设计要求。如这里需要将图 2-66a 中的长度为“17.7”变为“25”，操作方法如下：

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 4”文件夹中的“参照缩放 . dwg”文件。在【修改】面板中单击【缩放】按钮，系统提示：

```
命令：_scale
选择对象：指定对角点：找到 34 个          //选择所有图形对象
选择对象：                                 //按空格键
指定基点：                                 //选择图形的中心
指定比例因子或［复制(C)/参照(R)］：R       //输入“R”，以选择【参照(R)】选项
指定参照长度 <105.23>：  指定第二点：      //分别选择如图 2-66a 中尺寸的两个端点
指定新的长度或［点(P)］<75.6087>：25       //输入新的长度“25”，按空格键
```

缩放结果如图 2-66b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 缩放结果

图 2-66　参照缩放

5. 移动

【移动】命令可以将选择的对象在保持大小和方向不变的情况下，从当前位置移到另一位置。打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 4”文件中的“移动 . dwg”文件。在菜单栏选择【修改】→【移动】命令或在【修改】面板中单击【移动】按钮，系统提示：

命令：_move

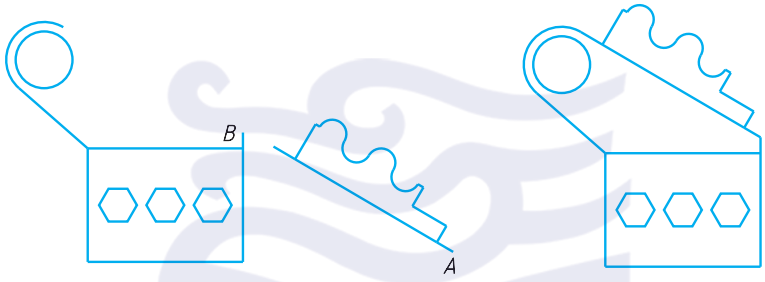
选择对象：指定对角点：找到 13 个　　//窗选图 2-67a 右半部分的图形

选择对象：　　//按空格键

指定基点或［位移(D)］<位移>：　　//选择如图 2-67a 所示的 *A* 端点，

指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>：　　//选择如图 2-67a 所示的 *B* 端点

移动结果如图 2-67b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 移动结果

图 2-67　移动

任务实施

新建文件后，分别按 F3 键、F8 键，启用捕捉模式与正交模式，关闭栅格显示。使用【直线】命令和【圆】命令绘制如图 2-68 所示的定位线。

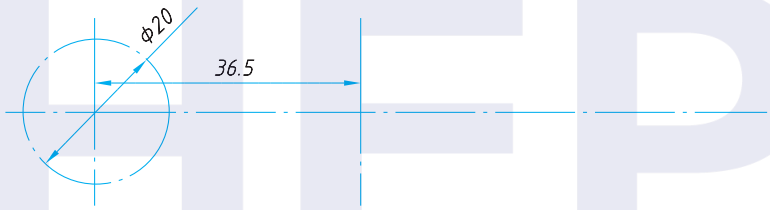


图 2-68　绘制定位线

使用【圆】命令、【直线】命令和【修剪】命令绘制如图 2-69 所示的图形。

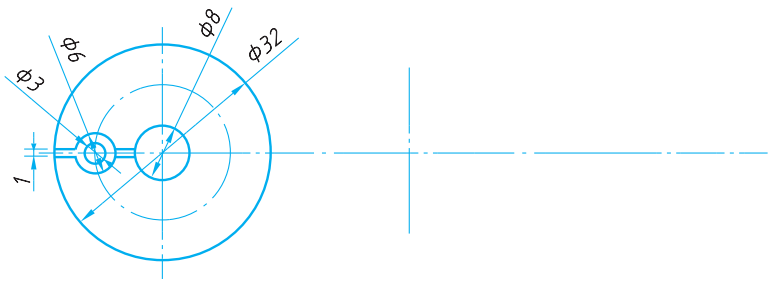


图 2-69　绘制图形

以窗口选择的形式选择如图 2-69 所示的图形，在【修改】面板中单击【环形阵列】按钮，选择“φ32”圆的中心，按空格键，系统弹出【极轴阵列创建】对话框，【项目数】设置为

“4”,其他参数采用默认值,单击 按钮,阵列复制如图 2-70 所示。

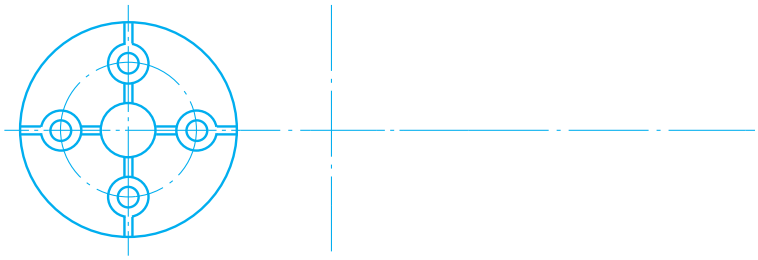


图 2-70　阵列复制

使用【偏移】命令将水平线向上偏移“9.8”,偏移结果如图 2-71a 所示,在【绘图】面板中单击【直线】按钮 ,系统提示:“输入:TAN”,按空格键,在如图 2-69 所示“ϕ32”圆的最上方位置单击,继续捕捉选择如图 2-71a 所示的两直线的交点 *A*,按空格键。将原创建的偏移水平线删除,对刚创建的直线采用【镜像】命令创建其对称直线,结果如图 2-71b 所示。

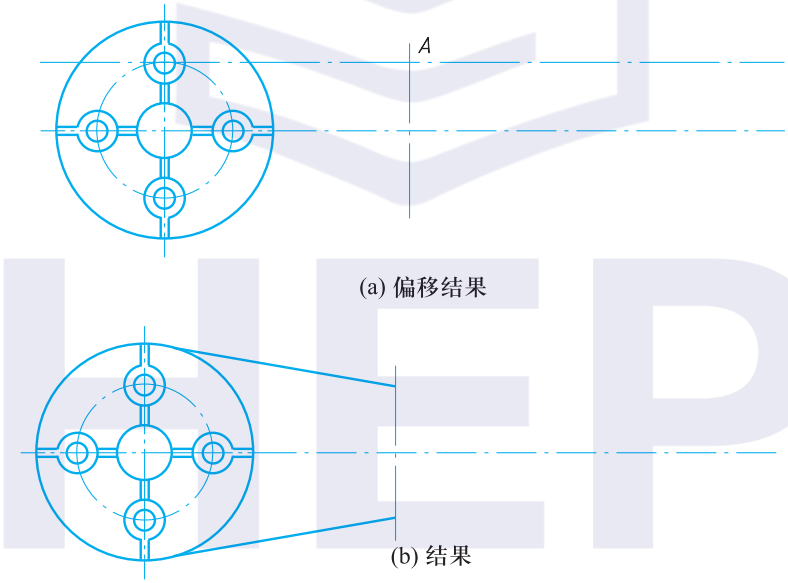


图 2-71　阵列复制

将刚创建的左侧图形全部选中,在【修改】面板中单击【镜像】按钮 ,分别选择两斜直线的端点,按空格键,镜像复制结果如图 2-72 所示。

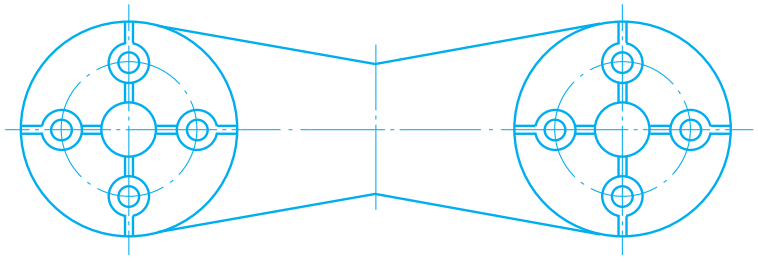


图 2-72　镜像复制结果

在图形的中心绘制如图 2-73 所示的“ϕ18”圆。

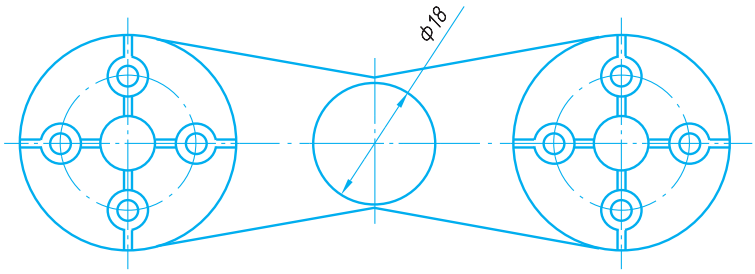


图 2-73　绘制“ϕ18”圆

使用【直线】命令以“ϕ18”圆的四个象限点绘制正方形，并在该正方形边的中点绘制正方形，如图 2-74 所示。将“ϕ18”圆删除，至此任务完成。

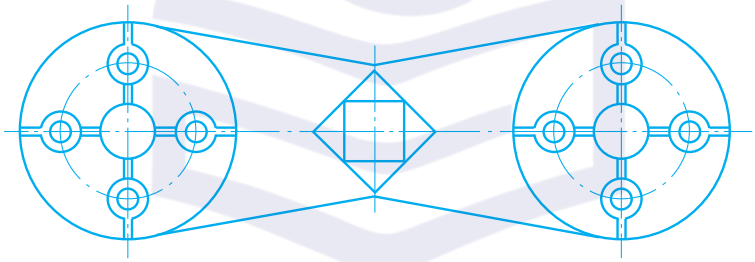


图 2-74　绘制正方形

技术指导

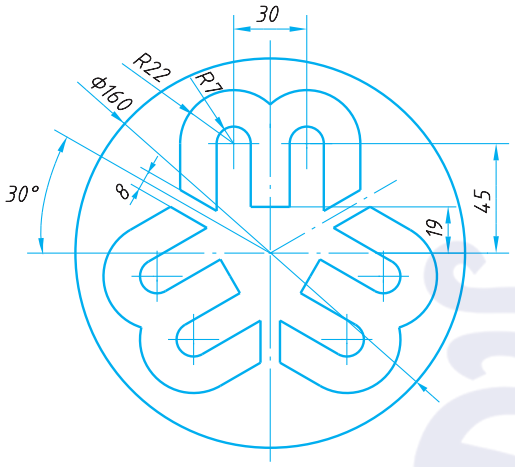
这里的正方形刚好利用了圆的特性进行绘制。除此之外，此处斜正方形还可以先绘制一个任意大小的正方形，然后以这个正方形的边的中点为顶点绘制正方形，接着使用【缩放】命令的“参照”选项来缩放至指定的尺寸，最后再对整个图形旋转 45°即可。

任务总结

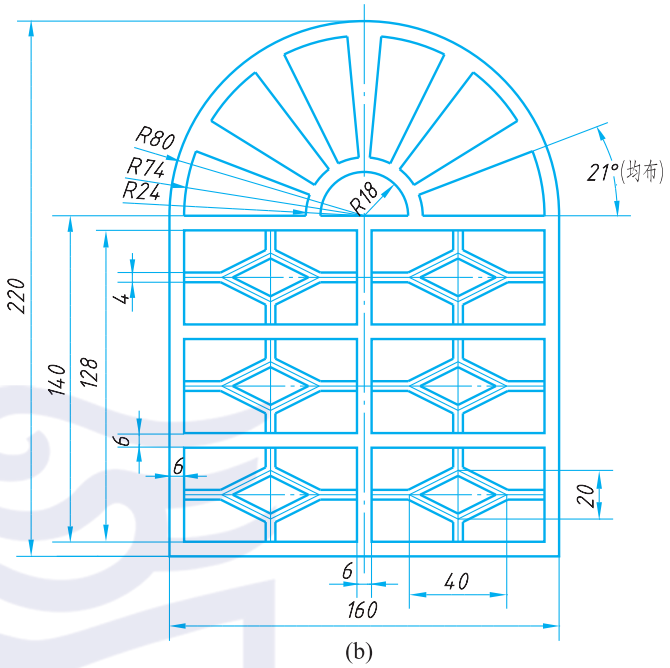
本任务主要学习了如何对图形进行偏移、镜像、缩放、阵列和平移等操作。对于本任务中正方形的绘制，除了借助圆进行绘制外，用户还可以尝试采用【缩放】命令的“参照”选项绘制，然后再将正方形进行旋转处理，同一个图样往往会有多种绘制方法，用户需要多加尝试，寻找适合自己的方法，并进行不断地总结提升，以更好地提高绘图的效率。

提高练习

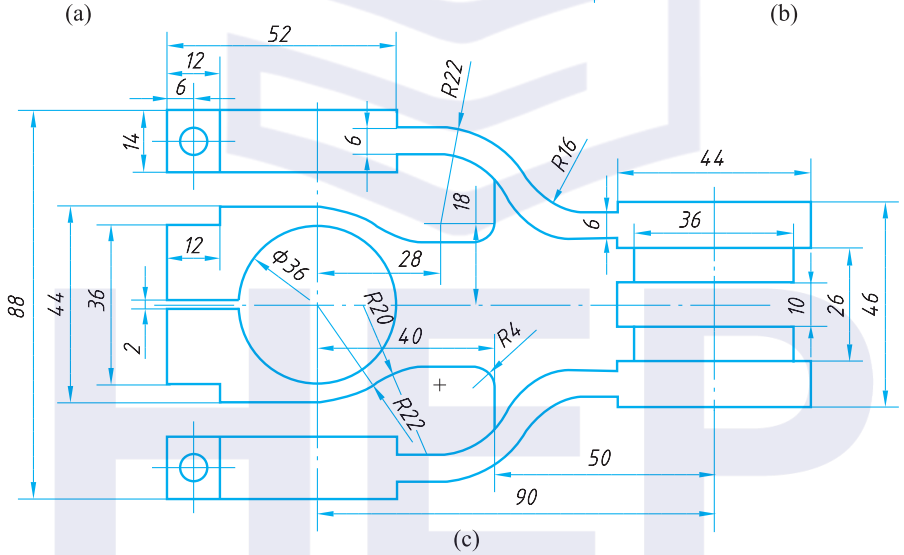
根据图 2-75 中的尺寸标注以 1∶1 的比例进行抄绘。


30
R22
R7
Φ160
30°
8
19
45

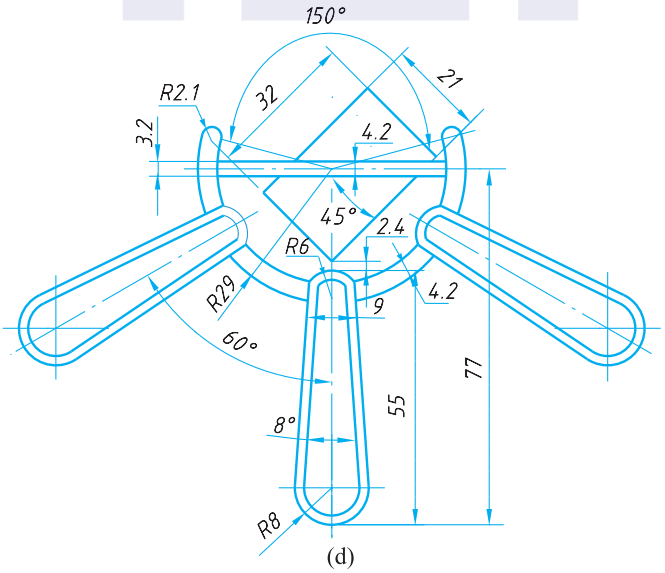
(a)


R80
R74
R24
R18
21°(均布)
220
140
128
4
6
6
20
6
40
160

(b)


52
12
6
14
6
R22
R16
18
44
36
6
12
Φ36
28
R20
40
R4
R22
88
44
36
2
10
26
46
50
90

(c)


150°
R2.1
32
21
3.2
4.2
45°
2.4
R6
R29
9
4.2
60°
77
55
8°
R8

(d)

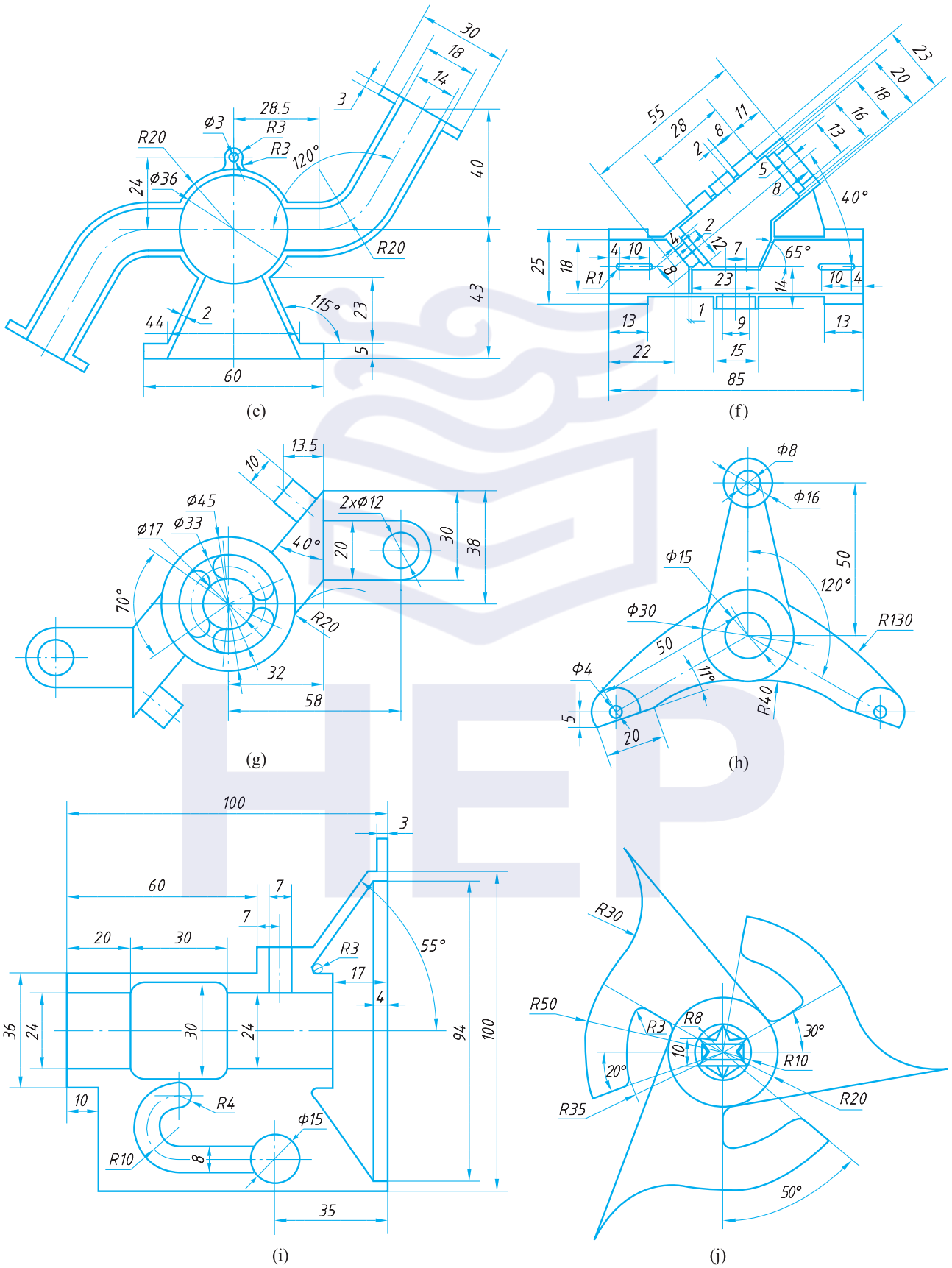

30
18
14
3
28.5
R3
R3
φ3
R20
φ36
24
120°
40
R20
43
115°
23
5
44
2
60
(e)
55
28
11
8
2
23
20
18
16
13
5
8
40°
2
4
10
4
12
7
65°
25
18
R1
8
23
14
10
4
1
13
9
13
22
15
85
(f)
13.5
10
φ45
φ33
φ17
2xφ12
40°
20
30
38
70°
R20
32
58
(g)
φ8
φ16
φ15
50
120°
φ30
R130
50
11°
φ4
R40
5
20
(h)
100
3
60
7
7
20
30
R3
55°
17
4
36
24
30
24
94
100
10
R4
φ15
R10
8
35
(i)
R30
R50
R3
R8
30°
10
R10
20°
R20
R35
50°
(j)

图 2-75 提高练习图

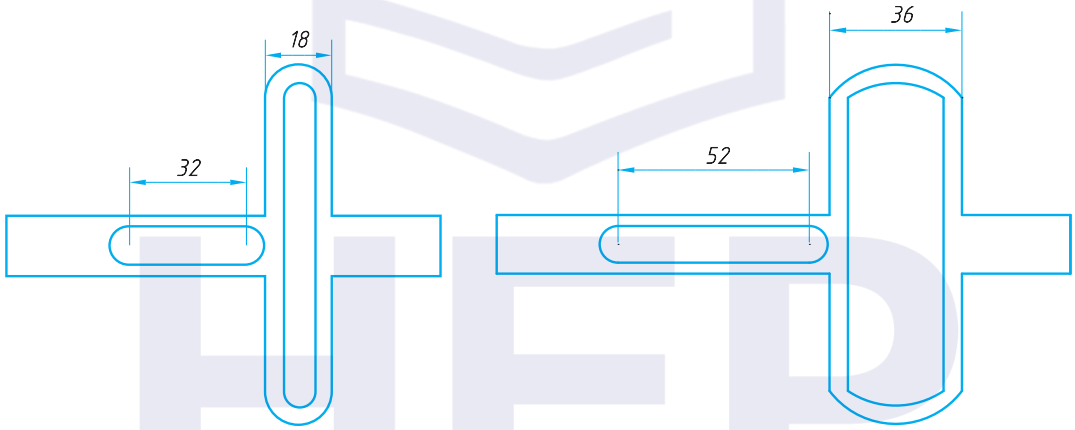
任务 5　编辑十字零件 >>>

任务目标

- 能对图形进行拉伸编辑。
- 能利用夹点绘制其他相似的图形。

任务导入

根据本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 5”文件夹中的“十字零件 . dwg”文件，对比图 2-76a、b 的不同，通过【拉伸】命令进行编辑修改。结果如图 2-76b 所示。



(a) 拉伸前　　(b) 结果

图 2-76　编辑十字零件

任务分析

该十字零件图样是在原有图形的基础上通过【拉伸】命令编辑而成的，对比两图，其中尺寸“52”比原来的尺寸“32”向右平移了“20”，尺寸“36”比原来的尺寸“18”向右平移了“18”。因此拉伸处理时，可分别向右拉伸。

知识准备

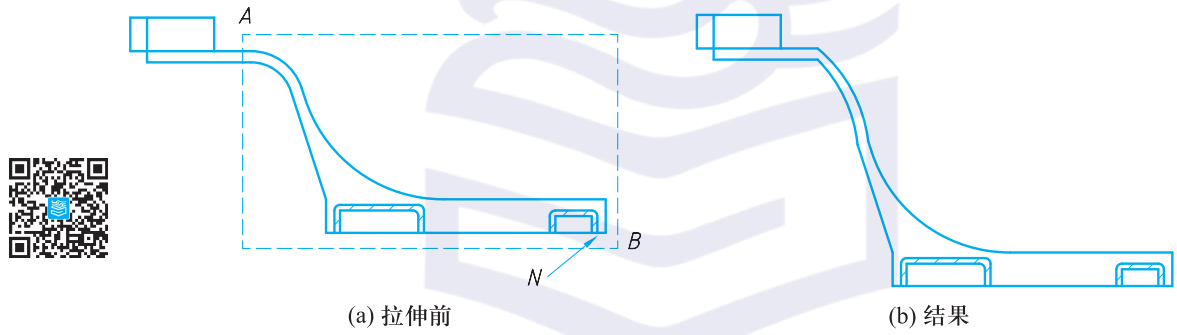
1. 拉伸

【拉伸】命令可将所选定的图形进行拉伸或移动，从而实现对所选定图形进行编辑处理的效果，它不改变未选定图形的大小和几何关系。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务5”文件夹中的“拉伸.dwg”文件。在菜单栏选择【修改】→【拉伸】命令或在【修改】面板中单击【拉伸】按钮，系统提示：

命令：_stretch
以交叉窗口或交叉多边形选择要拉伸的对象...
选择对象：指定对角点：找到 27 个　　//根据图 2-77a 中的 A、B 位置窗选图形
选择对象：　　//按空格键
指定基点或［位移(D)］<位移>：　　//选择图 2-77a 中箭头 N 所指的拐点
指定第二个点或 <使用第一个点作为位移>：@20<270　　//输入“@20<270”，按空格键

结果如图 2-77b 所示。



(a) 拉伸前　　(b) 结果

图 2-77　拉伸

2. 使用夹点编辑图形

夹点是指在选择图形后，图形上出现的若干方框，此时只需将十字光标靠近方框并单击左键，即可使夹点处于编辑状态。通过夹点编辑可方便地实现图形的拉伸、移动、旋转、缩放及镜像等操作。

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务5”文件夹中的“夹点编辑.dwg”文件，如图 2-78a 所示。

窗选所有的图形，在图 2-78b 中箭头所指的夹点处单击，按空格键，系统提示：

命令：
** 拉伸 **
指定拉伸点或［基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)］：　　//按空格键
** MOVE **
指定移动点 或［基点(B)/复制(C)/放弃(U)/退出(X)］：　　//按空格键
** 旋转 **
指定旋转角度或［基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)］：　　//按空格键
** 比例缩放 **
指定比例因子或［基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)］：C　　//输入“C”，按空格键，选择【复制】选项

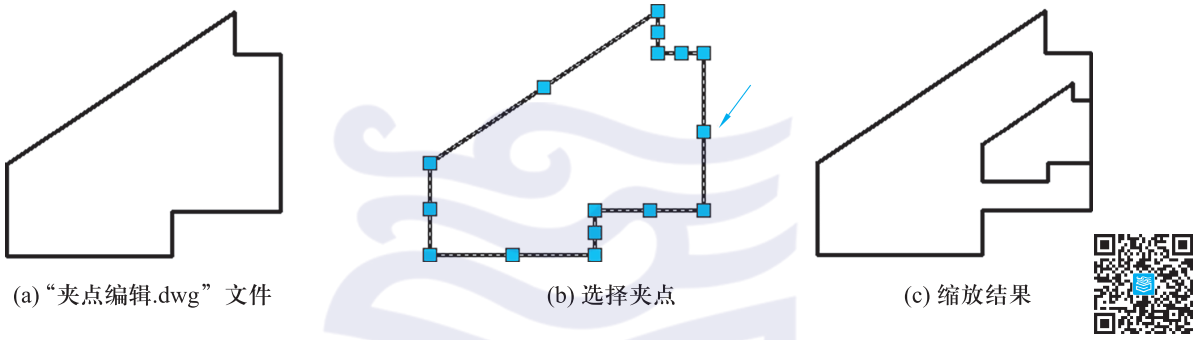
** 比例缩放（多重）**

指定比例因子或［基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)］：0.4　//输入“0.4”，按空格键

** 比例缩放（多重）**

指定比例因子或［基点(B)/复制(C)/放弃(U)/参照(R)/退出(X)］：　　//按空格键

缩放结果如图 2-78c 所示。



(a)“夹点编辑.dwg”文件　(b) 选择夹点　(c) 缩放结果

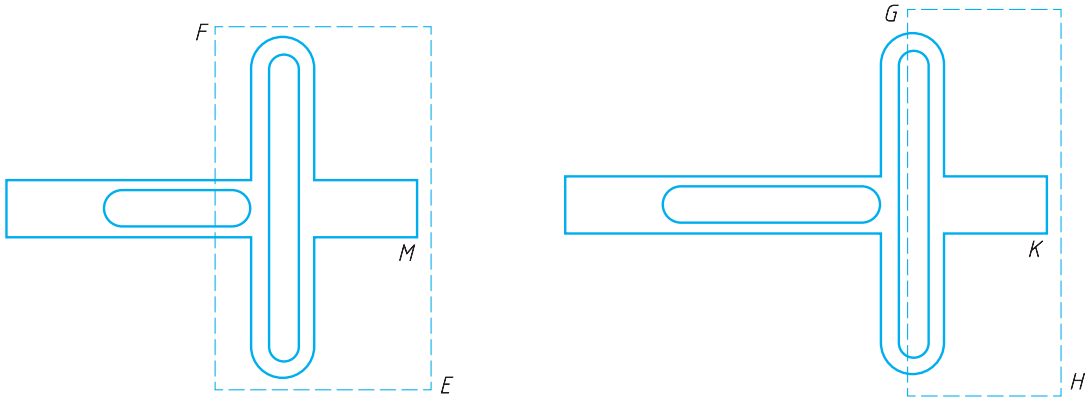
图 2-78　夹点编辑

技术指导

根据命令行的提示选择相应的选项，接着进行下一步的操作即可。由于各命令的操作方法与前面介绍的相似，这里只介绍如何利用夹点缩放图形。除了通过按空格键执行命令外，还可在夹点处单击右键，在弹出的快捷菜单中选择相应的命令，具体操作方法将在任务实施中介绍。

任务实施

打开本书配套资源包中的“素材/模块二　绘制二维图形/任务 5”文件中的“十字零件 . dwg”文件，根据如图 2-79a 所示的 *FE* 两点从右向左窗选部分图形，在【修改】面板中单击【拉伸】按钮，选择如图 2-79a 所示的 *M* 点作为拉伸基点，输入“@ 20,0”，拉伸结果如图 2-79b 所示。



(a) 选择拉伸对象　(b) 拉伸结果

图 2-79　拉伸编辑

在【修改】面板中单击【拉伸】按钮，根据如图 2-79b 所示的 *HG* 两点从右向左窗选部分图形，按空格键，选择如图 2-79b 所示的 *K* 点作为拉伸基点，输入“@ 18,0”，再次拉伸结果如图 2-80 所示。

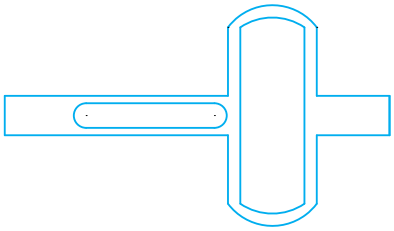


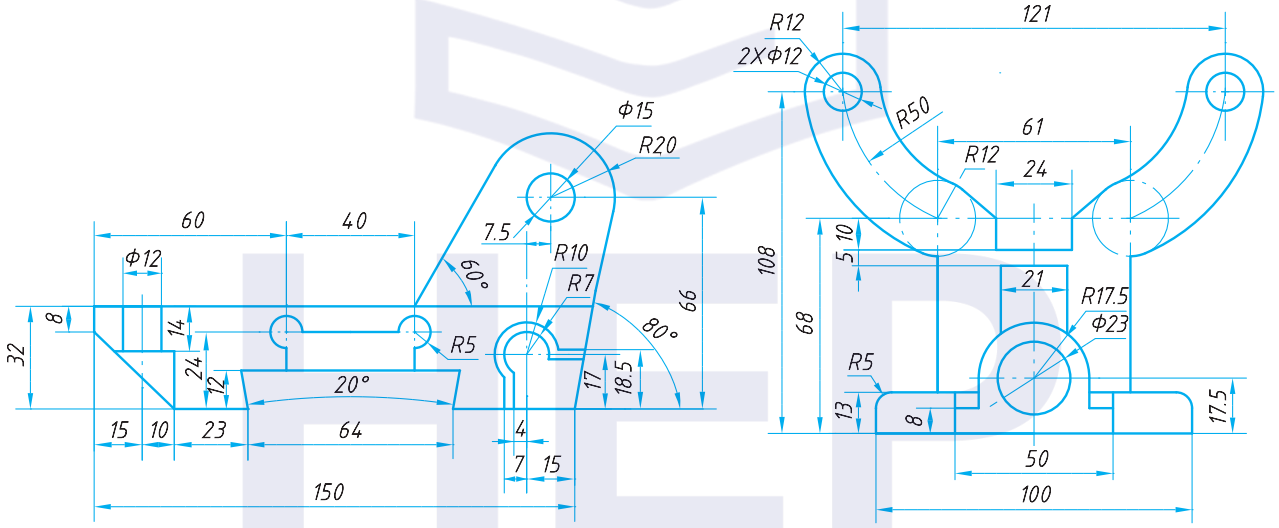
图 2-80　再次拉伸结果

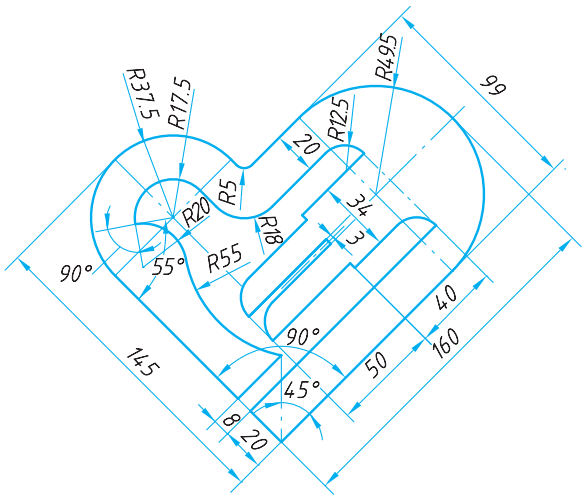
任务总结

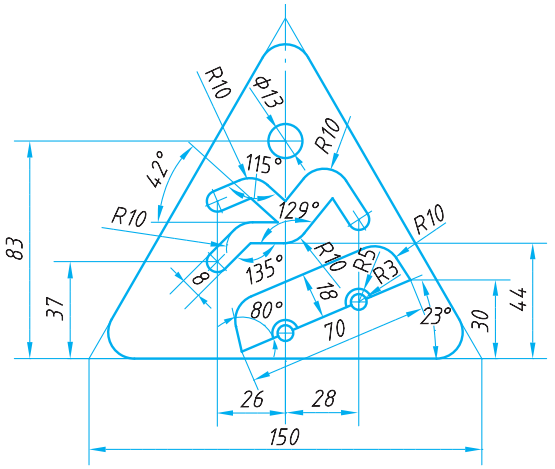
本任务主要学习了如何使用【拉伸】命令对现有图形进行拉伸处理，【拉伸】命令特别适合须对尺寸进行调整的图形，可在保持现有图形基本特征不变的情况下进行图形再设计。

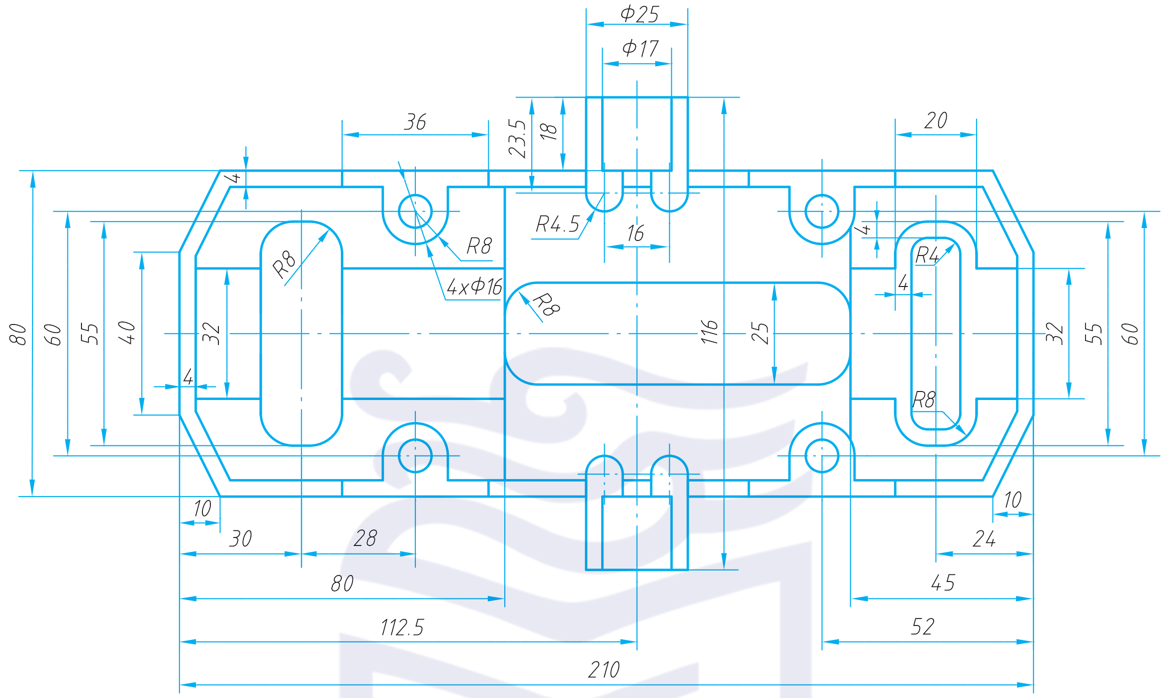
提高练习

根据图 2-81 中的尺寸标注以 1∶1 的比例进行抄绘。



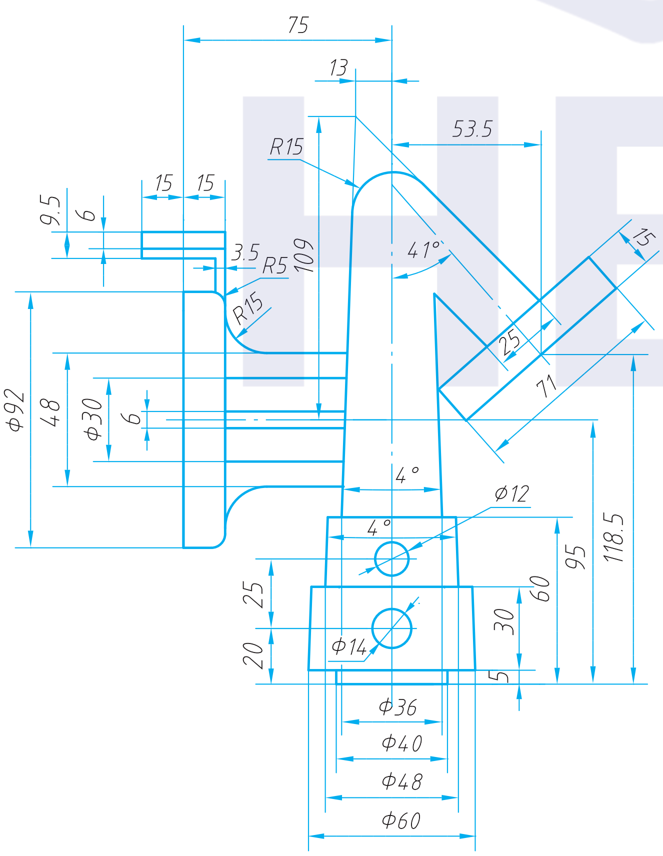






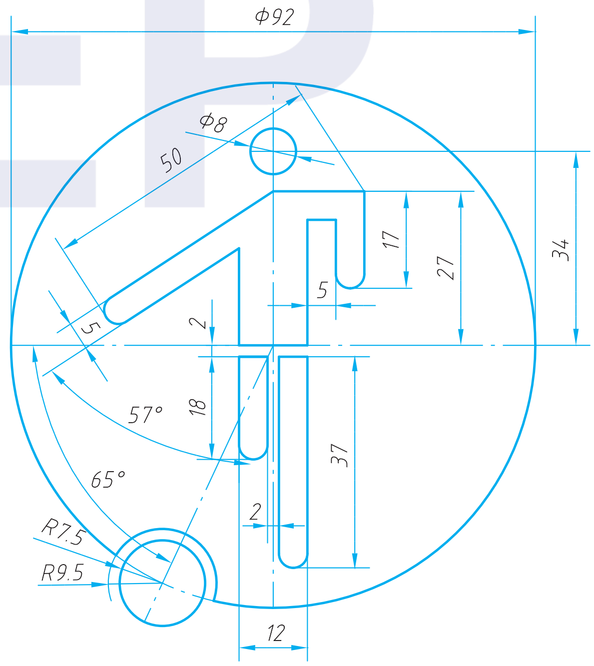
Φ25
Φ17
36
23.5
18
20
4
R4.5
16
R8
4xΦ16
R4
4
R8
116
25
80
60
55
40
32
4
32
55
60
R8
10
10
30
28
24
80
45
112.5
52
210

(e)



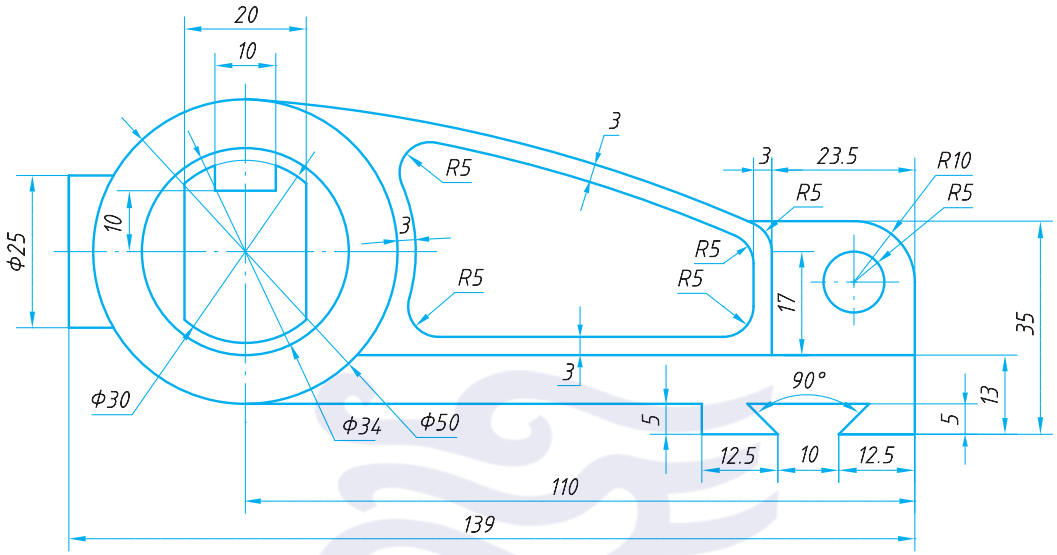
75
13
53.5
R15
15
15
9.5
6
3.5
R5
109
R15
41°
15
25
71
Φ92
48
Φ30
6
4°
Φ12
4°
95
118.5
25
60
30
20
Φ14
5
Φ36
Φ40
Φ48
Φ60

(f)

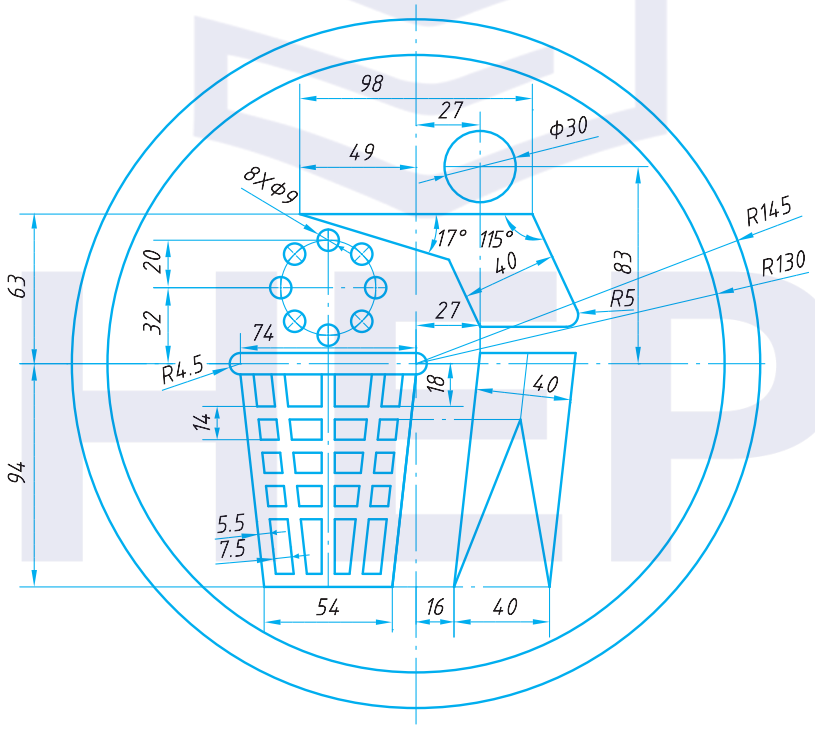


Φ92
Φ8
50
34
17
27
5
5
2
18
57°
65°
37
2
R7.5
R9.5
12

(g)



(h)



(i)

图 2-81 提高练习图

模块三

设置图元属性

GB/T 18229—2000《CAD 工程制图规则》对机械类 CAD 工程制图中图元的颜色、线型、线宽等属性有明确的规定，因为不同的图元往往代表着不同的特性，针对不同图元进行不同属性的设置，有助于分类管理，方便编辑修改，同时也使图纸增加了可读性和交换性。

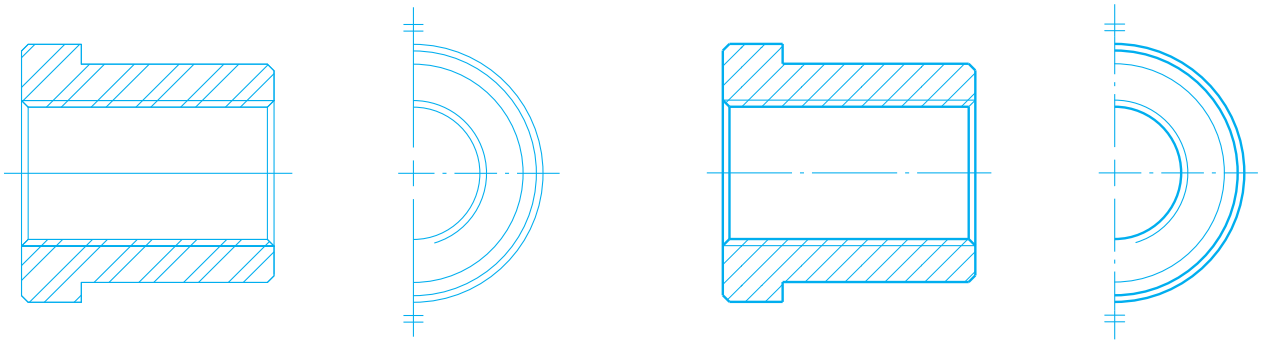
任务　设置图层、颜色及线型 >>>

任务目标

- 能对《CAD 工程制图规则》有一定的了解并能运用到后续的实践中。
- 能按要求设置图层并进行管理。
- 能利用【特性匹配】命令和【特性】命令修改图元的属性。
- 能使用【图案填充】命令创建剖面图。

任务导入

打开本书配套资源包中的“素材/模块三　设置图元属性/任务”文件夹中的“设置图元属性 . dwg”文件。根据表 3-1 的要求创建图层，结果如图 3-1b 所示。



(a) 原图　　(b) 结果

图 3-1　设置图元属性

表 3-1　图层设置要求

层名	颜色	线型	线宽	备注
01	白(7)	实线 Continuous(粗实线)	0.35 mm	轮廓线
02	绿(3)	实线 Continuous(细实线)	0.15 mm	细实线
04	黄(2)	虚线 ACAD_ISO02W100	0.15 mm	虚线
05	红(1)	点画线 ACAD_ISO04W100	0.15 mm	中心线

任务分析

根据任务要求,现需对已有图元的属性进行修改,修改前可根据表 3-1 创建图层,然后对图元分门别类地进行管理。由于原图填充的图案为 ANSI32,不符合要求,需要更改为 ANSI31。

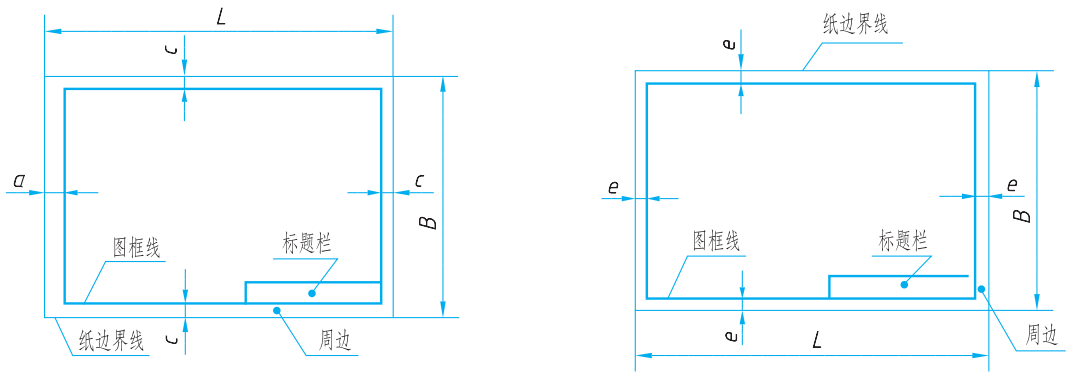
知识准备

1. CAD 工程制图规则简介

为规范工程图纸,提高兼容性与普及性,我国特制定了国家标准 GB/T 18229—2000《CAD 工程制图规则》,该标准规定了计算机绘制工程图的基本规则,适用于机械、电气、建筑等领域。这里简单介绍 GB/T 18229—2000《CAD 工程制图规则》中机械类的 CAD 工程制图规则中常用的部分内容,对于其他详细内容用户可自行查阅。

1.1　图纸幅面

CAD 工程制图中所用到的有装订边与无装订边的图纸幅面形式如图 3-2 所示,其基本尺寸见表 3-2。



(a) 带有装订边的图纸幅面　　(b) 无装订边的图纸幅面

图 3-2　图纸幅面形式

表 3-2　图纸幅面基本尺寸　　mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

注：在 CAD 绘图中对图纸有加长宽的要求时，应按基本幅面的短边（B）成整倍增加。

技术指导

在绘图时可根据图纸大小设置绘图区域的大小，参照模块一任务 1 的内容，在设置区域大小的同时设置绘图单位与精度。

1.2　字体及大小

CAD 工程制图字体选用范围见表 3-3。

表 3-3　CAD 工程制图字体选用范围

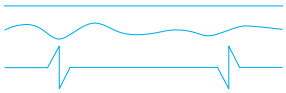
汉字字体	字体文件名	应用范围
长仿宋体	HZCF. *	图中标注及说明的汉字、标题栏、明细栏等
单线宋体	HZDX. *	大标题、小标题、图册封面、目录清单、标题栏中设计单位名称、图样名称、工程名称、地形图等
宋体	HZST. *	
仿宋体	HZFS. *	
楷体	HZKT. *	
黑体	HZHT. *	

GB/T 18229—2000 规定不论图幅大小，图样中字母与数字的字高统一为 3.5 mm，汉字字高统一为 5.0 mm。

1.3　对图层分层、线型、颜色、线宽的规定

GB/T 18229—2000 对图层分层、线型、颜色、线宽的规定见表 3-4。

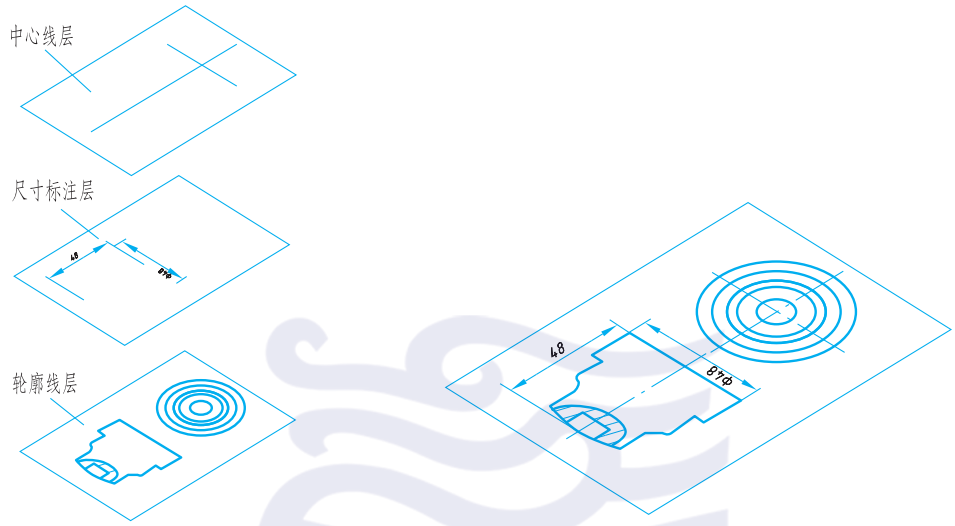
表 3-4 GB/T 18229—2000 对图层分层、线型、颜色、线宽的规定

层名	颜色	线型	示例	线型在 ACADISO. LIN 中的名称(推荐采用)	常用线宽(优先采用)
01	白色	粗实线 剖切面的粗剖切线		Continuous	0. 7 mm
02	绿色	细实线 细波浪线 细折断线			0. 35 mm
03	黄色	粗虚线		ACAD-ISO02W100	0. 7 mm
04		细虚线			0. 35 mm
05	红色	细点画线 剖切面的剖切线		ACAD-ISO04W100	
06	棕色	粗点画线			0. 7 mm
07	品红	细双点画线		ACAD-ISO05W100	0. 35 mm
08	白色	尺寸线 投影连线 尺寸终端与符号细实线			
09		参考图,包括引出线和终端(如箭头)		Continuous	
10		剖面符号			
11		文本(细实线)	*ABCD*		
12		尺寸值和公差	423±1		
13		文本(粗实线)	***KLMN***		0. 7 mm
14		用户选用			
15					
16					

2. 创建图层

图层相当于没有厚度的透明画布,绘图时将不同类型的图元画在不同的画布上,分层作图,如图 3-3a 所示,将这些画布叠加在一起显示出来即可组成一幅完整的图样,叠加效果如图 3-3b 所示。用户可针对所需反映的图元的特性采用不同的图层,通过设置不同的图层可以设置不同的颜色、线型及线宽。打印时还可控制图层来控制某一图层的图形是否被打印。隐藏或显示某一图层上的图形,在图层复杂的情况下尤为重要。因此,图层是用户组织和管理图

形对象的有力工具，在整个绘制过程中具有举足轻重的地位。



(a) 分层作图　　(b) 叠加效果

图 3-3　图层

一般情况下应先创建图层再绘制图形，特别是对于复杂的图形。在实际的操作中也可以先绘制图形，再根据需要创建图层，从而将不同的图元放到不同的图层中，以方便进行管理。下面介绍如何创建图层、设置颜色与线型等。

新建文件后，在菜单栏选择【格式】→【图层】命令或在图层工具栏上单击【图层特性管理器】按钮，打开【图层特性管理器】对话框，如图 3-4 所示。

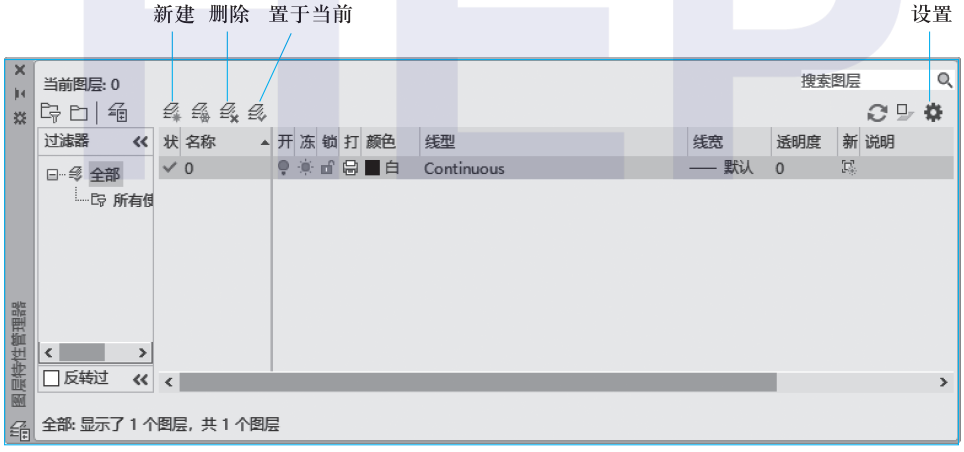


图 3-4　【图层特性管理器】对话框

技术指导

单击【删除】按钮可删除图层，但不能删除 0 层。单击【置为当前】按钮可设置所选择的图层为接下来的工作图层，即激活该图层。

在【图层特性管理器】对话框上单击【新建图层】按钮，输入图层名称“图层 1”。

单击与该层同行对应的【颜色】图标 白，弹出【选择颜色】对话框，如图 3-5 所示，在默认打开的【索引颜色】选项卡中单击【绿色】选项（即索引颜色:3）。单击【确定】按钮即可设置“图层 1”的颜色。

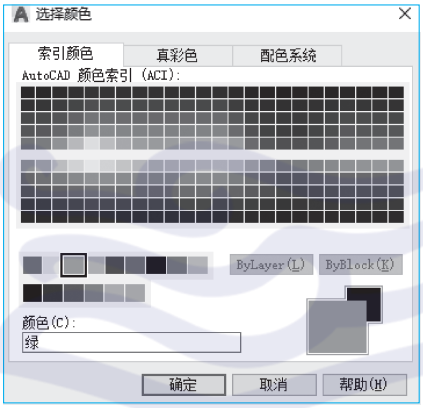


图 3-5　【选择颜色】对话框

单击与该层同行对应的【线型】图标 Continuous，弹出【选择线型】对话框，单击【加载】按钮，弹出【加载或重载线型】对话框，选择线型“ACAD_ISO04W100”，如图 3-6 所示，单击【确定】按钮；返回【选择线型】对话框，在该对话框中选择刚加载的线型“ACAD_ISO04W100”，单击【确定】按钮，即可完成线型的设置。

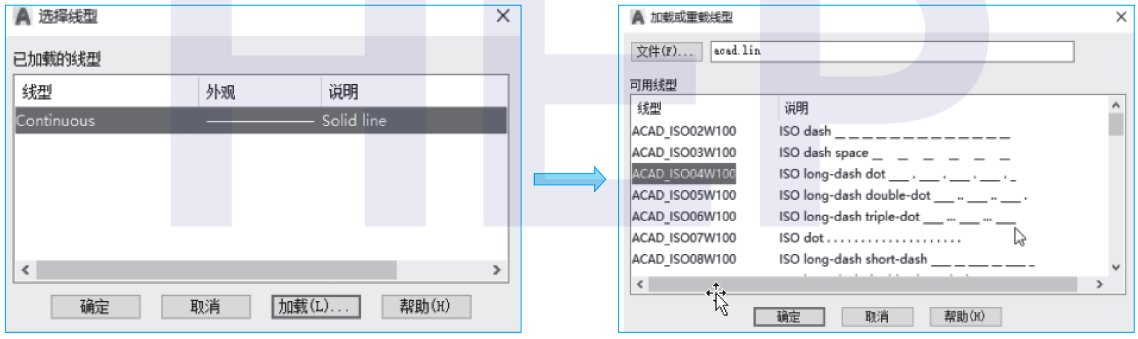


图 3-6　加载线型

技术指导

设置线型时，若【选择线型】对话框中没有需要的线型，可通过单击【加载】按钮进行添加。在【加载或重载线型】对话框选择线型后，需在【选择线型】对话框中再次选择。

单击该层同行对应的【线宽】图标 —— 默认，弹出【线宽】对话框，选择“0.35 mm”的线宽，如图 3-7 所示。

图 3-7　选择线宽

单击图层,单击【置于当前】按钮 ,将其激活即为接下来的工作图层。在【图层特性管理器】对话框左上方单击【关闭】按钮,即可完成图层的设置。

技术指导

若需增加新的图层,参照上述方法即可。若在所选择的图层单击右键,会弹出如图 3-8 所示图层快捷菜单。通过该快捷菜单可实现图层的删除、重命名、保存与恢复等操作。

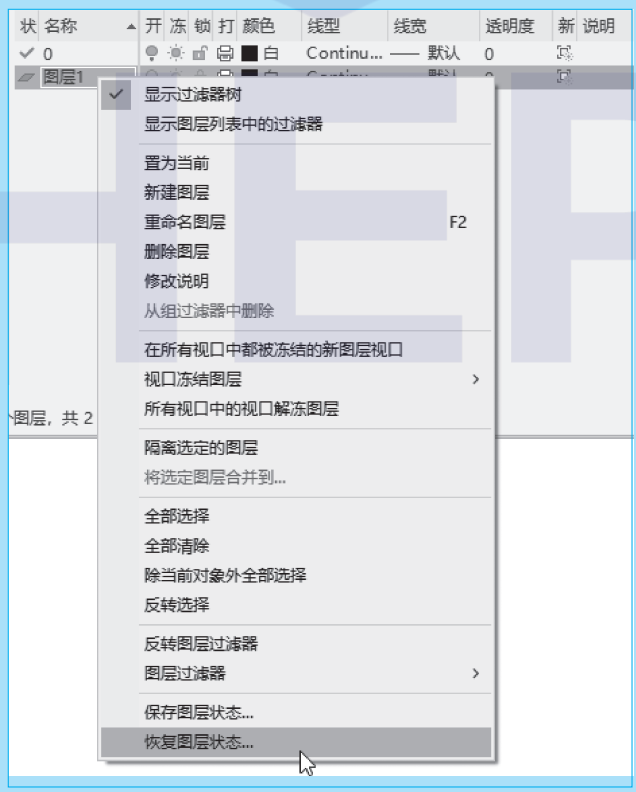


图 3-8　图层快捷菜单

技术指导

系统提供了【图层】工具栏，如图 3-9 所示。通过该工具栏可实现图层的设置，如新建图层、切换图层的显示、对图层进行锁定、更改图形元素原本的图层等。例如需将原来本属于“图层 2”的直线段移到“图层 3”，方法是：先在绘图区选择需要修改的直线段，接着在【图层】工具栏上的【图层控制】下拉列表框中选择“图层 3”，按 Esc 键即可。

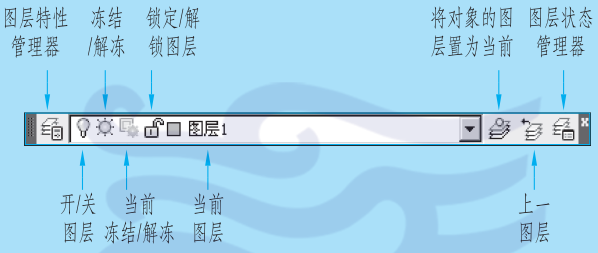


图 3-9　【图层】工具栏

3. 显示线宽

在【默认】选项卡的【绘图】组中单击【直线】按钮，在绘图区绘制一任意长度的直线，这里绘制长为“200”的点画线，如图 3-10 所示。根据图 3-10 所示可知，该中心线显示为细点画线，这时用户可在菜单栏选择【格式】→【线宽】命令，弹出【线宽设置】对话框，勾选【显示线宽】复选框，如图 3-11 所示，单击【确定】按钮，则绘图区中的中心线变粗。

图 3-10　绘制任意直线

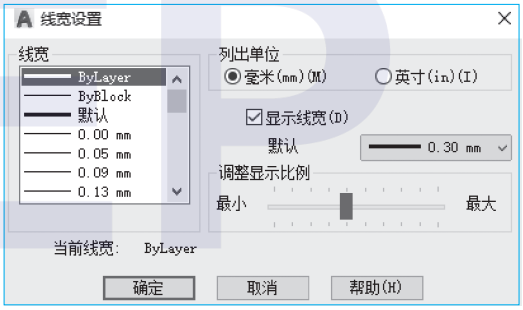


图 3-11　【显示线宽】选项

4. 设置线型比例

国家标准对线的结构（如对双折线、虚线、点画线、双点画线等不连续独立部分的点、长度与间隔的大小）有明确的规定。结合国家标准的规定，对机械 CAD 工程制图图样中常用的虚线、点画线、双点画线的画长，建议如下：

虚线的画长宜取 $12d$，当 $d=0.35$ mm 时，$12d=4.2$ mm。

点画线的画长宜取 $24d$，当 $d=0.35$ mm 时，$24d=8.4$ mm。

双点画线的画长宜取 $24d$，当 $d=0.35$ mm 时，$24d=8.4$ mm。

其中，d 为图线的宽度，要符合这些规定，需对线型的比例进行设置。

设置方法:在菜单栏选择【格式】→【线型】命令或在【特性】工具栏的【线型】下拉列表中选择【其他】选项,如图 3-12 所示。

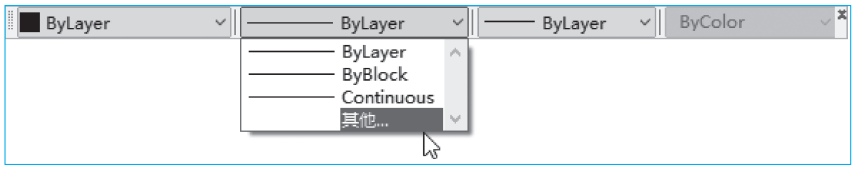


图 3-12　选择【其他】选项

技术指导

通过【特性】工具栏可为选定的图形元素指定新的属性,如颜色、线型及线宽等。如已绘制的直线线型为【Continous】,现需修改为【ACAD_ISO04W100】,先在绘图区中选择需要修改的直线,接着在【特性】工具栏的【线型控制】下拉列表中选择【ACAD_ISO04W100】线型即可(若没有【ACAD_ISO04W100】线型,可选择【其他】选项进行加载)。也可以在绘制前先设置属性。【特性】工具栏中的“Bylayer”表示与图层属性一致,“ByBlock”表示与块的图层属性一致。

弹出【线型管理器】对话框,在【全局比例因子】文本框中输入“0.35”,如图 3-13 所示。

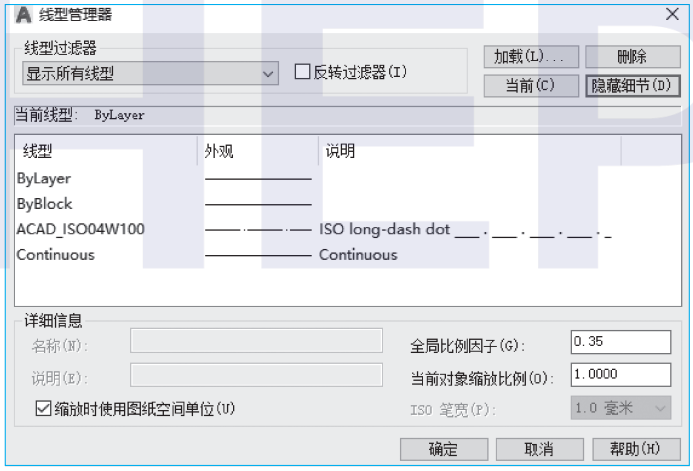


图 3-13　设置【全局比例因子】

技术指导

主要选项含义如下。

【全局比例因子】选项:显示用于所有线型的全局缩放比例因子,对所有的图线均起作用。

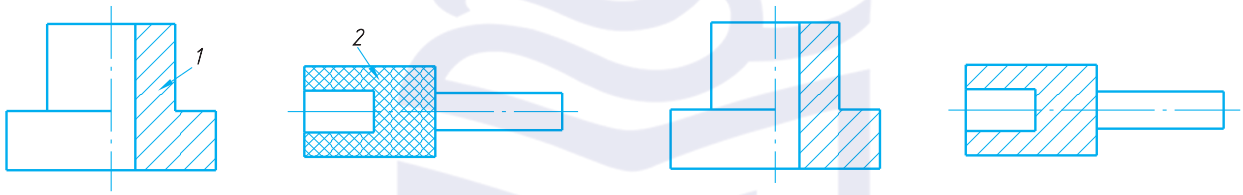
【当前对象缩放比例】选项:只对在本次设置后绘制的图线有效。

5. 特性匹配

通过【特性匹配】命令可以将源对象的属性，如颜色、图层、线型、线型比例、线宽、打印样式和透明度等复制到其他指定的图元中，是应用非常广泛的编辑工具。

打开本书配套资源包中的“素材/模块三　设置图元属性/任务”文件夹中的“特性匹配 . dwg”文件，如图 3-14a 所示。现需将右图中的剖面线更改成与左图剖面线的图层属性相同。

在菜单栏选择【修改】→【特性匹配】命令或在【标准】工具栏上单击【特性匹配】按钮，系统显示一方框，选择如图 3-14a 箭头 1 所指的剖面线，则方框变为刷子形，此时选择如图 3-14a 箭头 2 所指的剖面线，修改结果如图 3-14b 所示，则此时右图剖面线的线型、颜色、图层都变为与左图的剖面线一样。



(a) 特性匹配.dwg　　(b) 修改结果

图 3-14　修改特性

技术指导

在实践中【特性匹配】命令应用非常广泛，它极大地方便了特性的统一性修改，如同 Word 软件中的格式刷一样。

6. 特性

通过【特性】命令可以在系统提供的浮动窗口中查看或修改图形元素的特性，如图层、线型、颜色、文字大小以及图形元素的具体位置等。这里介绍另一种修改图 3-14a 所示剖面线的方法。

同时选择如图 3-14a 箭头 2 所指的剖面线，在菜单栏选择【修改】→【特性】命令或在【标准】工具栏单击【特性】按钮，弹出【特性】对话框，如图 3-15 所示，在【图层】下拉列表框中选择【中心线】图层。关闭【特性】对话框，则结果如图 3-14b 所示。

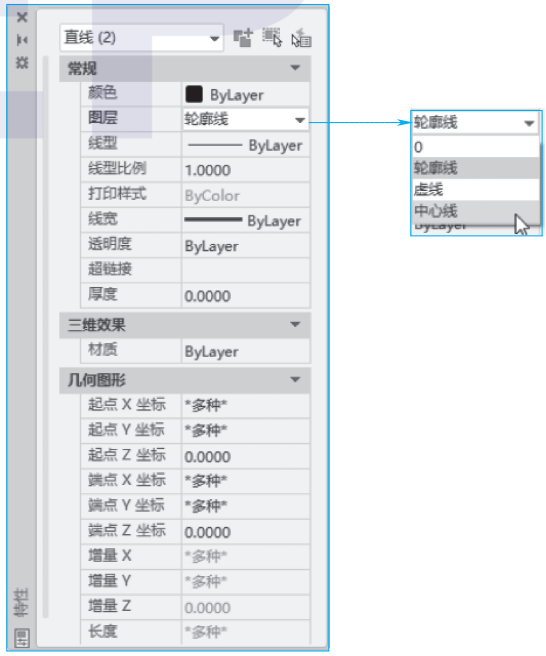


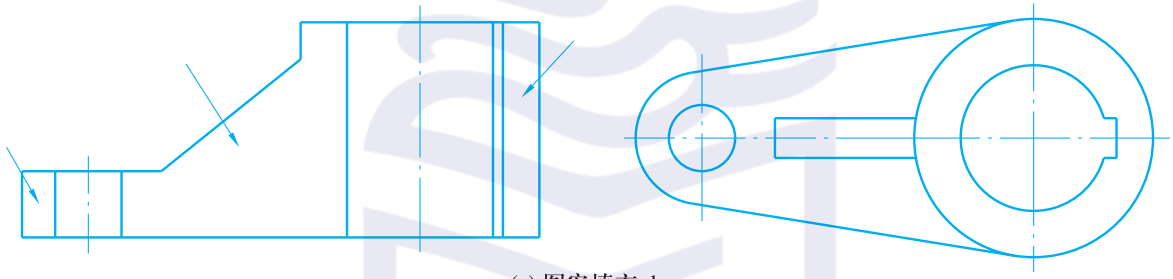
图 3-15　【特性】对话框

7. 图案填充

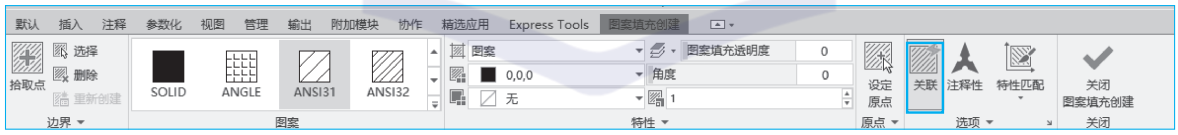
通过【图案填充】命令可以将指定的图案填充到

指定的区域中，从而表达该区域的特征。在机械制图中，图案填充常用于表示一个断面的区域，或是在装配图中表示不同的零件或材料。AutoCAD 软件提供了填充图案、实体填充和渐变填充来填充封闭的区域或选定的对象。

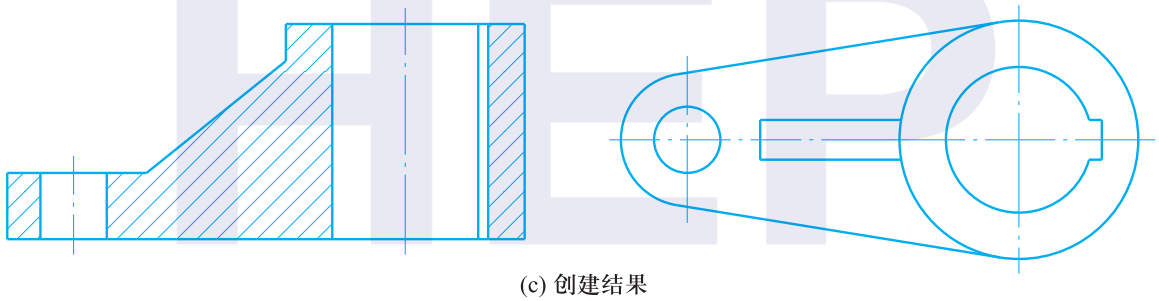
打开本书配套资源包中的“素材/模块三　设置图元属性/任务”文件中的“图案填充.dwg”文件，如图 3-16a 所示。在菜单栏选择【绘图】→【图案填充】命令或在【绘图】面板中单击【图案填充】按钮，弹出【图案填充创建】选项卡，如图 3-16b 所示，选择【ANDI31】样式，其他参数采用默认值。选择如图 3-16a 箭头所指的区域，单击【确定】按钮，创建结果如图 3-16c 所示。



(a) 图案填充.dwg



(b) 【图案填充创建】选项卡



(c) 创建结果

图 3-16　图案填充

技术指导

【图案填充创建】选项卡主要参数说明：

1）边界：用于图案填充的边界必须是封闭的区域。

2）图案：提供了各种类型，用户可根据需要进行选择，如实体填充、渐变填充、预定义填充图案，或创新用户所定义的填充图案。

3）特性：主要用于设置图案填充的类型和颜色，图案填充的透明度、角度和比例。如【ANDI31】样式的角度正常情况下为 45°，也可将角度修改为 135°。比例用于控制疏密程度，比例越大则越疏，反之则越密。

任务实施

打开本书配套资源包中的“素材/模块三　设置图元属性/任务”文件中的“设置图元属性 . dwg”文件，如图 3-17 所示。

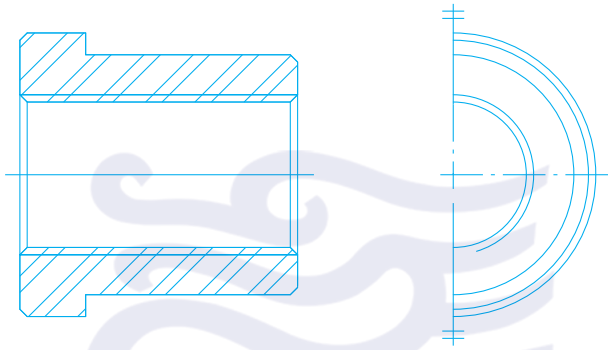


图 3-17　设置图元属性 . dwg

在菜单栏选择【格式】→【图层】命令或在【图层】工具栏上单击【图层特性管理器】按钮，弹出【图层特性管理器】对话框，在【图层特性管理器】对话框上单击【新建图层】按钮，输入图层名称“轮廓线”。单击与该层同行对应的【颜色】图标，弹出【选择颜色】对话框，在默认打开的【索引颜色】选项卡中单击【黄色】选项（即索引颜色“2”），单击【确定】按钮。单击该层同行对应的【线宽】图标 —— 默认，弹出【线宽】对话框，选择“0. 35 mm”的线宽并单击【确定】按钮。设置结果如图 3-18 所示。

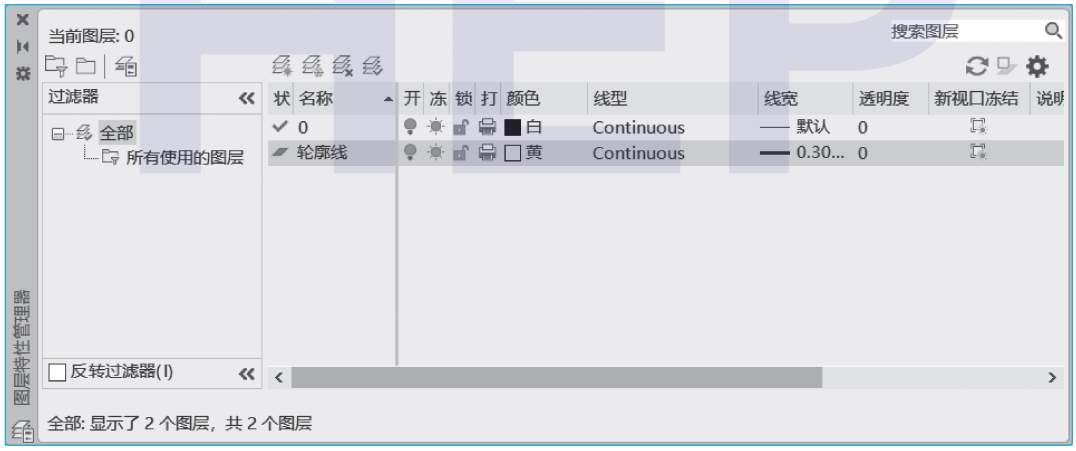


图 3-18　设置结果

接着采用相同的方法，根据表 3-1 创建其他图层，结果如图 3-19 所示。

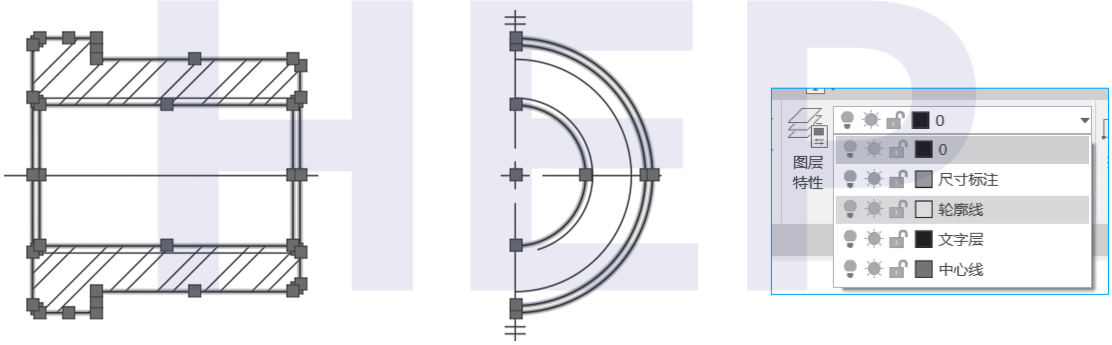
单击“轮廓线”图层，单击【置为当前】按钮，将其激活。在【图层特性管理器】对话框左上方单击【关闭】按钮，完成图层的设置。

图 3-19　创建其他图层结果

在菜单栏选择【格式】→【线宽】命令，弹出【线宽设置】对话框，勾选【显示线宽】复选框，单击【确定】按钮。

在菜单栏选择【格式】→【线型】命令，在【线型管理器】对话框中设置【全局比例因子】为“0.35”。

选择如图 3-20a 所示的轮廓线，在【图层】工具栏上单击，在下拉列表中选择【轮廓线】图层，如图 3-20b 所示。



(a) 选择轮廓线　　(b) 选择图层

图 3-20　更改对象

在【特性】工具栏上将【颜色控制】、【线型控制】和【线宽控制】都设置为【ByLayer】，如图 3-21 所示。

图 3-21　设置图层特性

按键盘上的 Esc 键，轮廓线修改结果如图 3-22 所示。

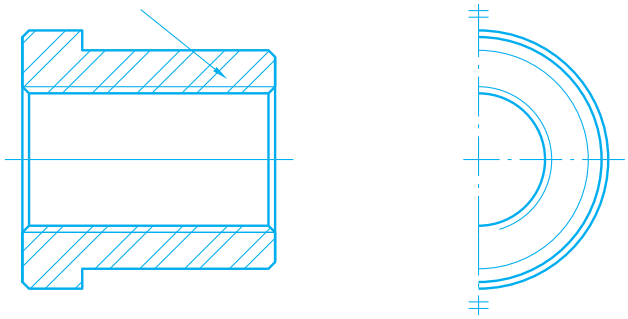


图 3-22　轮廓线修改结果

双击如图 3-22 箭头所指的图案填充线，弹出【图案填充创建】选项卡，选择【ANDI31】样式，其他参数默认，单击确定按钮，更改填充图案结果如图 3-23 所示。

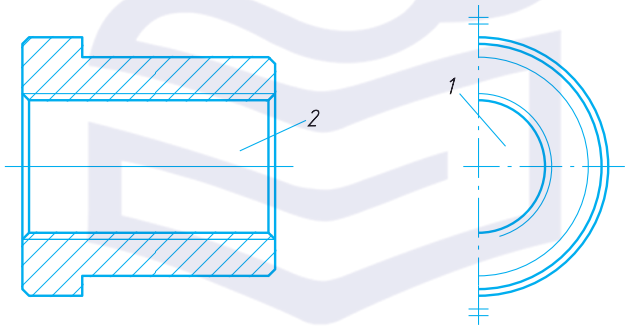


图 3-23　更改填充图案结果

在【标准】工具栏上单击【特性匹配】按钮，系统显示一方框，选择如图 3-23 箭头 1 所指的中心线作为源对象，则方框变为刷子形，此时依次选择如图 3-23 箭头 2 所指的中心线，更改特性结果如图 3-24 所示，则此时箭头工作指的中心线无论是线型、颜色还是图层都变为与箭头 1 所指的中心线一样。

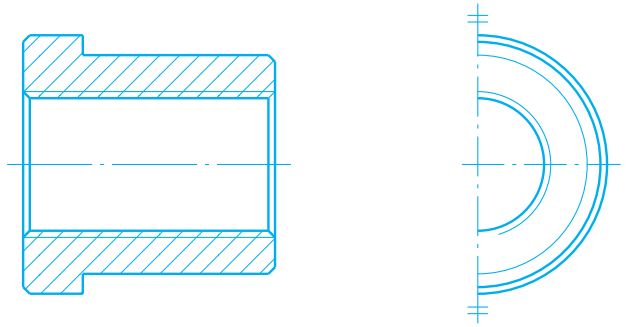


图 3-24　更改特性结果

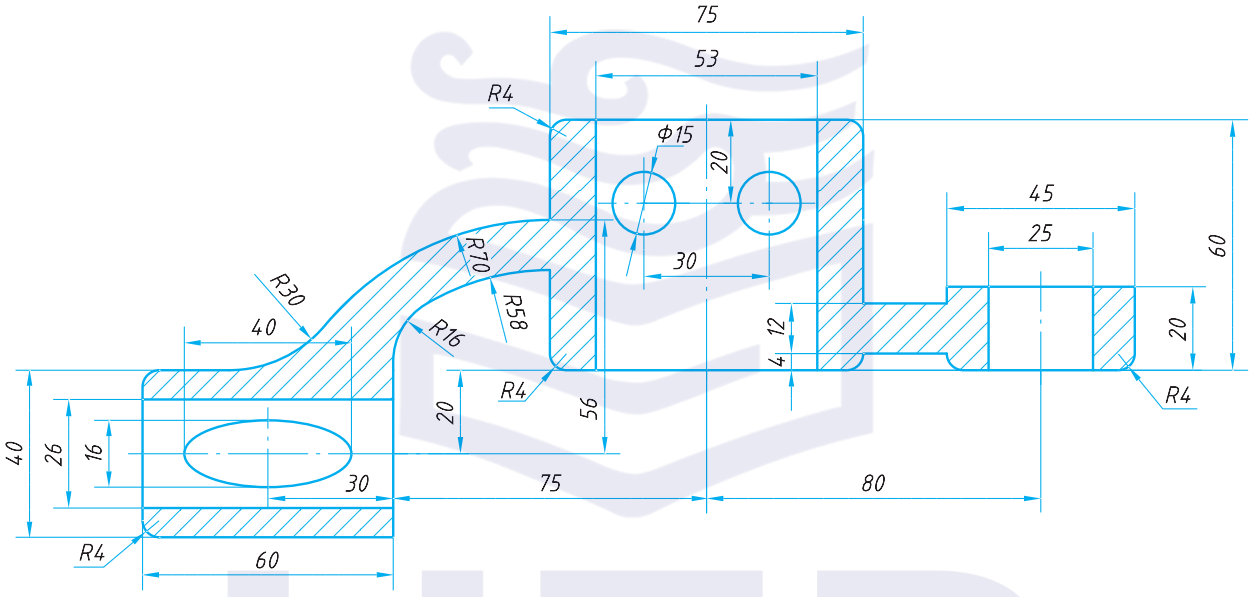
任务总结

本任务主要学习了 CAD 工程制图常见的规则，通过图层对颜色、线型、线宽进行不同特性

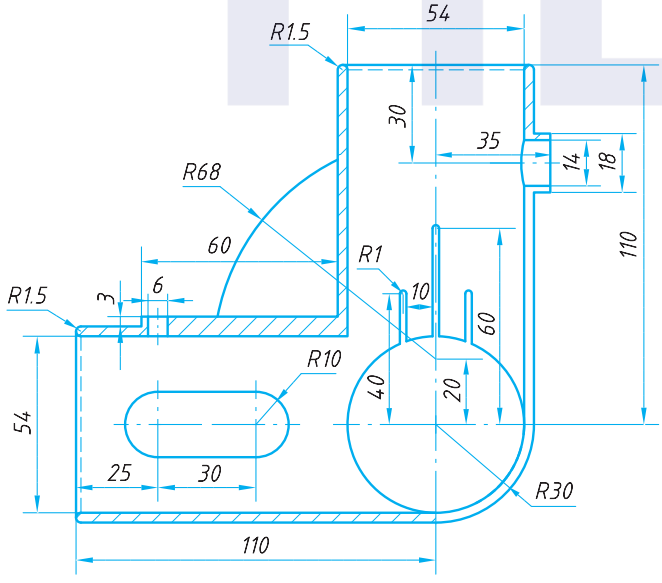
的设置方便了管理，同时还学习了【特性匹配】、【图案填充】命令的用法，以及通过【特性】命令查看图素的特性并进行编辑修改的方法。对于图层属性的操作与管理方法，需要在实践中不断加强练习，以便后续更好地应对复杂的图样。

提高练习

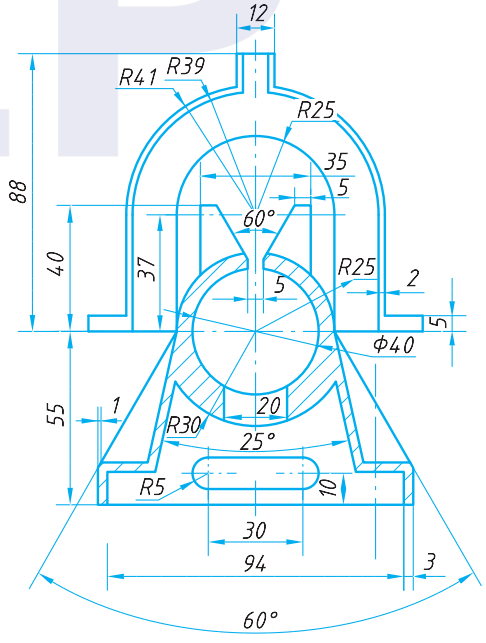
根据表 3-1 设置图层、颜色、线型和线宽，并以 1∶1 的比例抄绘如图 3-25 所示的图样。



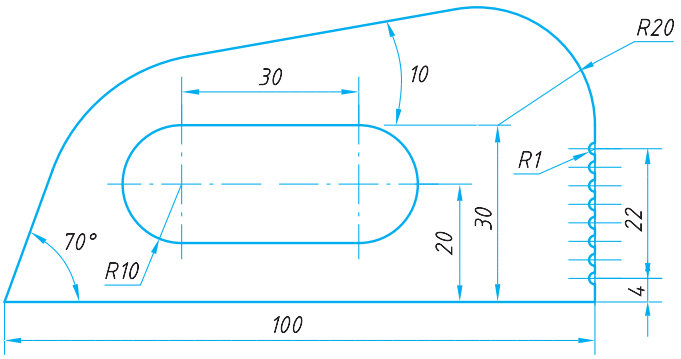
(a)



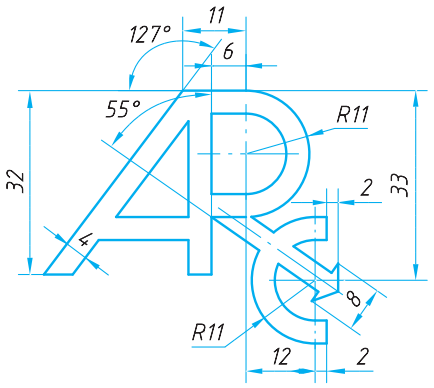
(b)



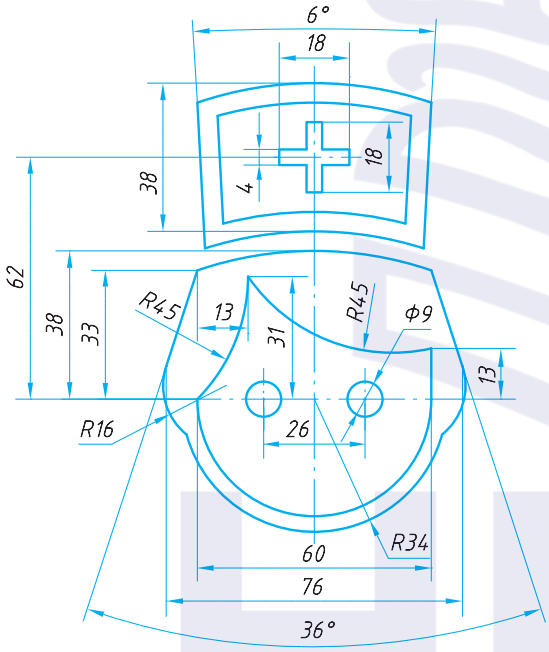
(c)


R20
30
10
R1
70°
R10
20
30
22
4
100

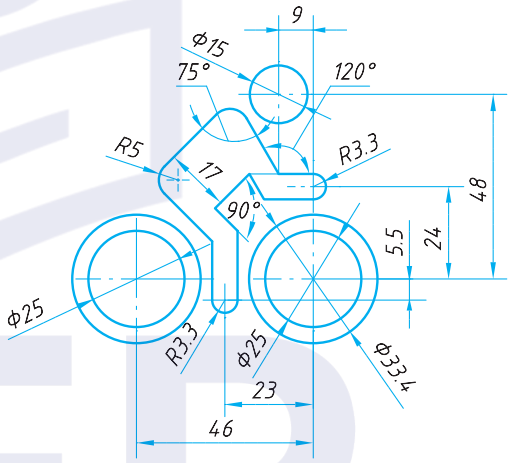
(d)


11
127°
6
55°
R11
32
2
33
4
8
R11
12
2

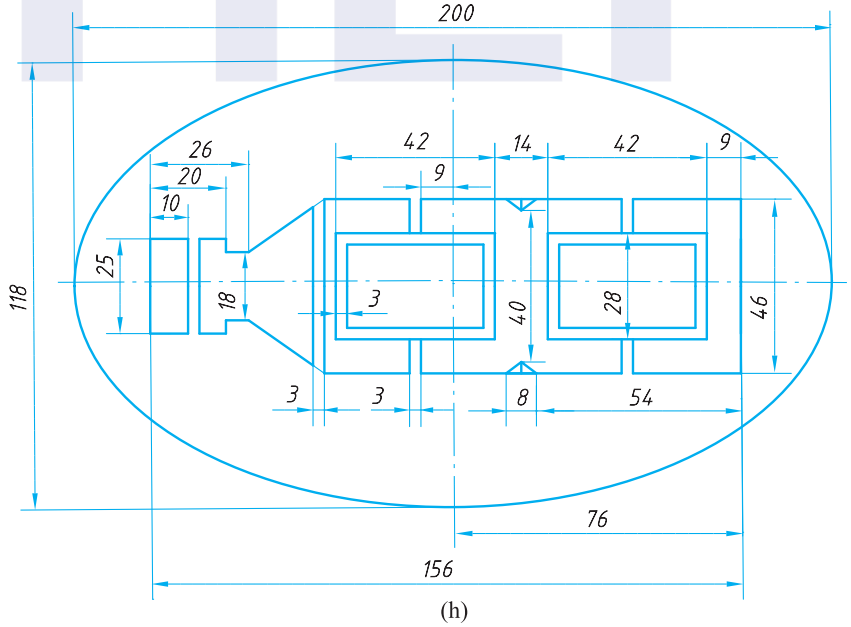
(e)


6°
18
38
4
18
62
38
33
R45
13
31
R45
Φ9
13
R16
26
R34
60
76
36°

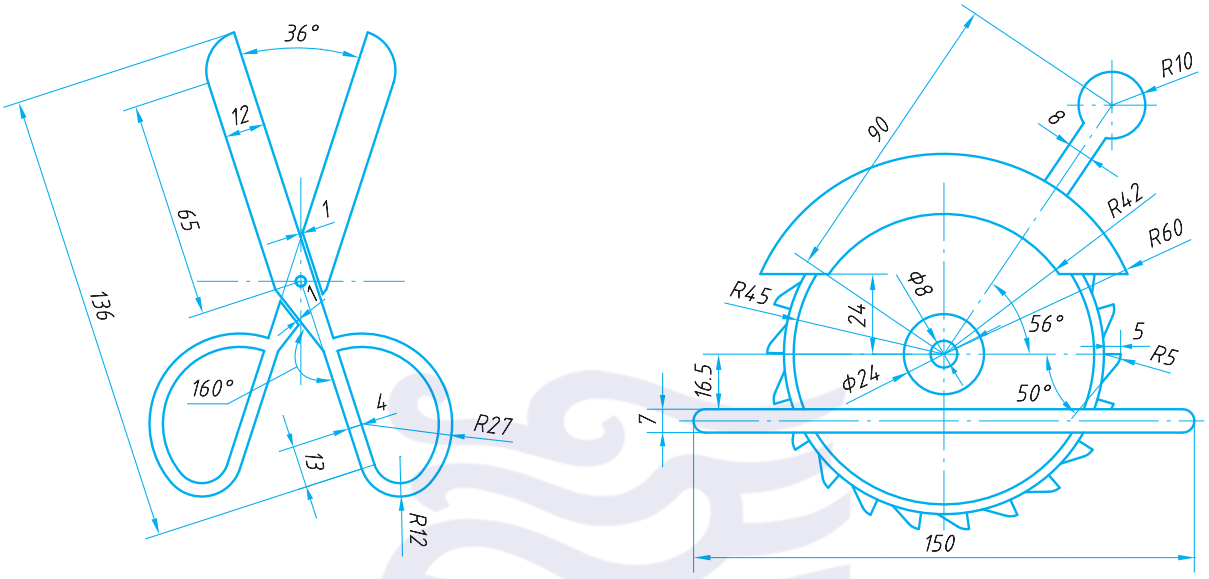
(f)


9
Φ15
75°
120°
R5
17
R3.3
90°
4.8
5.5
24
Φ25
R3.3
Φ25
Φ33.4
23
46

(g)


200
26
20
10
42
9
14
42
9
25
18
3
40
28
46
118
3
3
8
54
76
156

(h)



(i)　(j)

图 3–25　提高练习图

HEP

模块四

尺寸标注与文字注释

一张完整的工程图除了有反映不同特征的轮廓线外，还需要对图元对象进行尺寸标注和配以适当的文字说明，才能更好地发挥工程图的作用，如指导生产和技术交流等。使用尺寸标注可对图样各组成部分的尺寸情况进行标示，以反映具体的尺寸关系和几何位置关系，有助于使图样立体化。添加简明扼要的文字说明可以使图样的信息更加完整，特别是技术上的具体要求，文字说明弥补了尺寸标注不能反映的信息，从而更好地指导生产。

任务 1　标注紧块 >>>

任务目标

- 能根据要求正确设计尺寸标注样式与文字样式。
- 能根据图元对象的特点正确标注图样的尺寸。
- 能使用智能标注进行尺寸标注。
- 能创建圆心标记和两直线间的中心线。

任务导入

抄画如图 4-1 所示的紧块图样并对其进行尺寸标注（基于篇幅问题图层设置不再展开，用户可参照模块三的内容自行设置）。

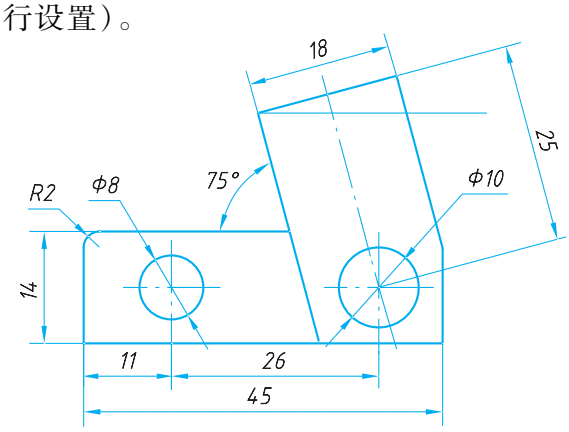


图 4-1　紧块

任务分析

紧块图样的整体呈 L 形，绘制起来比较简单，可通过绘制两个矩形完成。尺寸标注主要涉及常用的标注，如水平标注、垂直标注、对齐标注、角度及圆弧半径与直径的标注。在进行尺寸标注时需先创建标注样式，使所标注的尺寸满足技术要求，同一类型的尺寸尽可能统一进行标注。一般而言，应先标注大尺寸再标注小尺寸，避免发生多标、少标及封闭尺寸链的现象。

知识准备

1. 尺寸标注的基础知识

1.1　尺寸标注的规则

在进行尺寸标注时应遵守一定的规则。我国的工程制图国家标准中明确要求进行尺寸标注时必须遵守以下基本规则。

1）物体的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2）图样中的尺寸以 mm 为单位时，不需要标注尺寸单位代号或名称。如果采用其他单位，则必须注明相应计量单位的代号或名称，如°、cm 或 m 等。

3）图样中所标注的尺寸为该图样表示的物体的最后完工尺寸，否则应另加说明。

4）物体的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在最能清晰反映该结构的视图上。

1.2　尺寸标注的基本要求

1）正确：尺寸标注要正确，符合国家规定。

2）完整：所标注的图样尺寸要完整，不遗漏，不重复。

3）清晰：尺寸标注的布局要整齐清晰，便于看图。

4）合理：所标注的尺寸既要与设计要求相一致，也要能反映工艺要求，以及方便测量。

1.3　尺寸标注的组成

一个完整的尺寸标注通常由尺寸界线、箭头、尺寸线和尺寸数字组成，如图 4-2 所示，各部分的含义如下。

1）尺寸界线：表示尺寸线的开始与结束位置，从标注物体的两个端点处引出两条线段表示尺寸标注的范围界限。

2）箭头：表示尺寸测量开始和结束的位置。

3）尺寸线：表示尺寸标注的方向和范围，通常

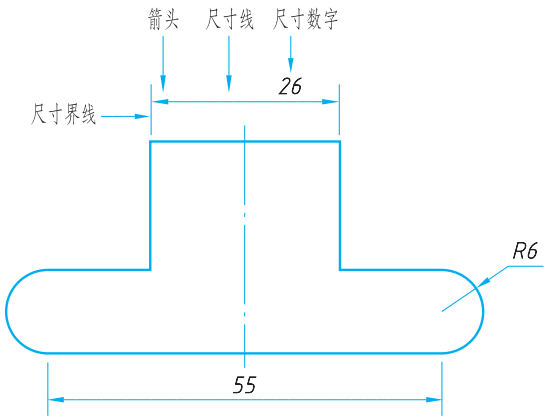


图 4-2　尺寸标注的组成

使用箭头来指出尺寸线的起点与端点，一般放置在测量区域中，但如果空间不足，可放置在外面。

4）尺寸数字：表示实际的测量值。在 AutoCAD 中可以是用户指定的值，一般情况下可直接采用测量的数值。

2. 创建尺寸标注样式

尽管在不同国家、不同行业会有不同的尺寸标注样式，但是在开展尺寸标注前为了规范管理，用户应根据需要创建标注样式。一般情况下需要设置尺寸线终端的形状及大小、尺寸数字放置的位置及大小、单位格式及精度等。AutoCAD 2022 中默认提供了“Annotative”与“ISO-25”两种标注样式，在 AutoCAD 系统中可通过对话框简单明了地设置符合需要的尺寸标注样式。

这里介绍新建名称为“机械样式”的尺寸标注样式创建方法。在菜单栏选择【格式】→【标注样式】命令或在【注释】工具栏上单击【标注样式】按钮，弹出【标注样式管理器】对话框，如图 4-3 所示。

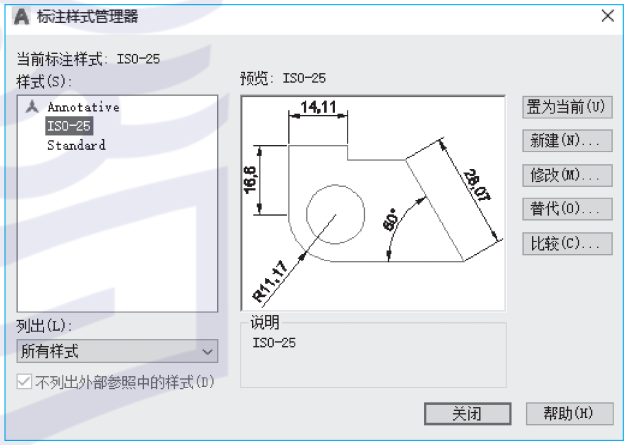


图 4-3 【标注样式管理器】对话框

技术指导

用户可在【标注样式管理器】对话框的【样式】选项中指定某标注样式为当前标注样式，以应用于将创建的标注。当需要删除其他样式时可在选择需删除的样式后单击右键，在弹出的快捷菜单中选择【删除】选项即可。其他各选项含义如下：

1）置为当前：将在【样式】选项中选定的标注样式设定为当前标注样式，使接下来的标注样式与选定的样式一致。一般情况下，创建了标注样式后将会立即启用。因此这个选项比较常用，在对当前的标注样式进行修改后一般也要启用此选项后再关闭对话框。

2）新建：打开【创建新标注样式】对话框以定义新的标注样式。

3）修改：打开【修改标注样式】对话框，将在原有设置的基础上修改标注样式。

4）替代：打开【替代当前样式】对话框，以设定标注样式的临时替代值。替代将作为未保存的更改结果显示在【样式】列表中的标注样式下。

5）比较：打开【比较标注样式】对话框，从而比较两个标注样式或列出一个标注样式的所有特性。

单击【新建】按钮，系统弹出【创建新标注样式】对话框，如图 4-4 所示，在【新样式名】文本框中输入“机械样式”。

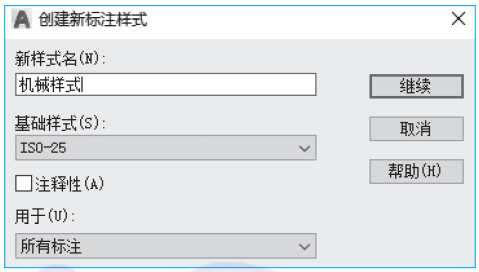


图 4-4　【创建新标注样式】对话框

技术指导

为了方便快捷地设置标注样式，用户可参照现有样式的参数进行适当的修改。方法是在【基础样式】的下拉列表框中进行选择，如图 4-4 所示，选择“ISO-25”标注样式。【用于】选项下拉列表框中的样式用于指定新样式的使用范围，包含了【所有标注】、【线性标注】、【角度标注】、【半径标注】、【直径标注】、【坐标标注】和【引线和公差】等选项，其中【所有标注】是指应用于全局样式的设置，其他选项用于子样式的设置。

单击【继续】按钮，系统弹出【新建标注样式：机械样式】对话框，打开【线】选项卡，设置【基线间距】为“10”，【超出尺寸线】为“2”，【起点偏移量】为“3”，其他参数默认，线样式参数如图 4-5 所示。

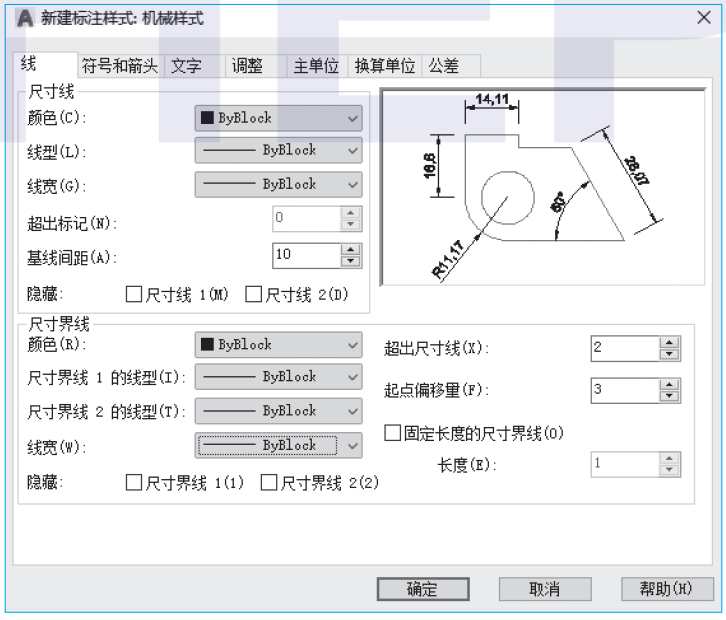


图 4-5　线样式参数

技术指导

在【线】选项卡中，用户还可设置尺寸线与尺寸界线的颜色、线型等。结合图 4-5 所示的参数设置，主要参数设置效果如图 4-6 所示。其中，一般情况下在机械尺寸标注样式中【起点偏移量】设为“0”，这里为了显示标注效果特将其设置为“3”。对于【隐藏】选项的设置效果，用户可自行尝试，并查看【线】选项卡中的效果预览图。

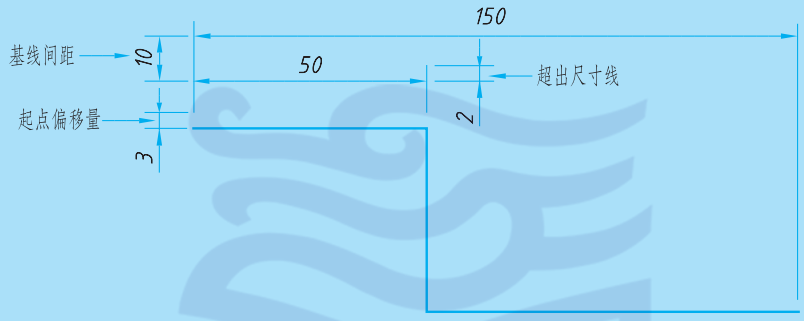


图 4-6　主要参数设置效果

打开【符号和箭头】选项卡，如图 4-7 所示，接受默认参数。

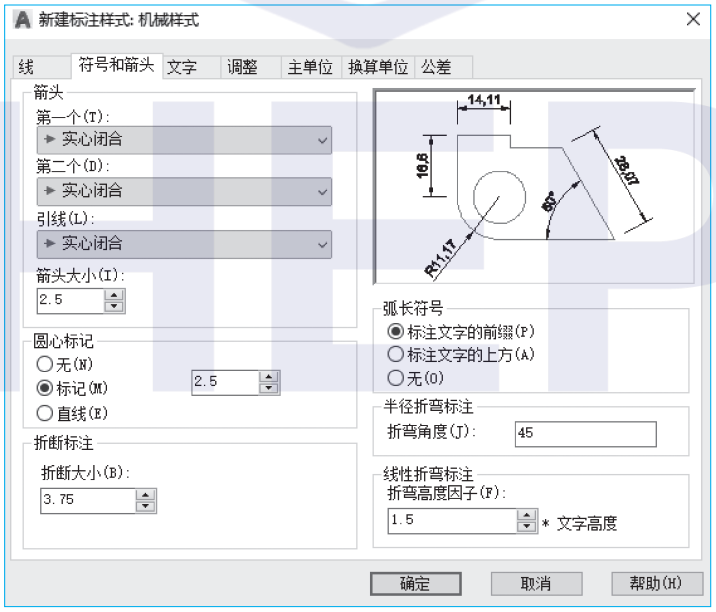


图 4-7　【符号和箭头】选项卡

技术指导

在【符号和箭头】选项卡中可设置尺寸线终端效果，如设置箭头样式及大小、圆心标记大小及弧长符号标注形式等。

打开【文字】选项卡，如图 4-8 所示，设置【文字高度】为“3.5”，其他参数默认。

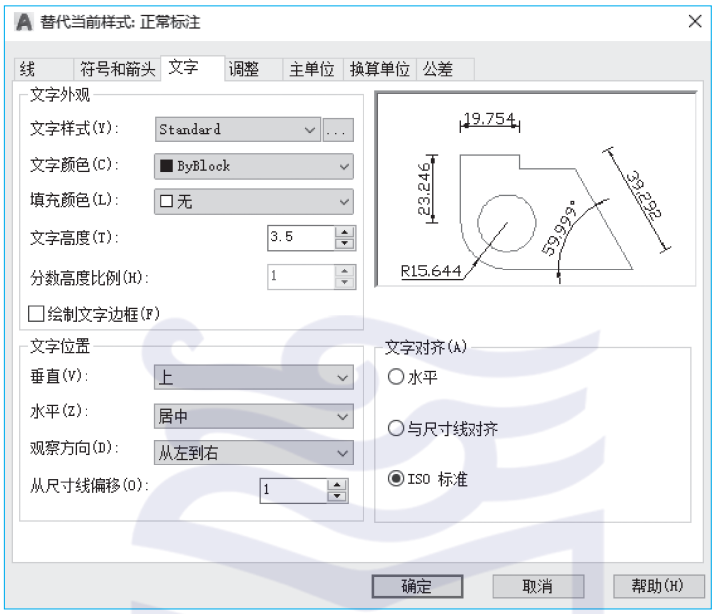


图 4-8　【文字】选项卡

技术指导

在【文字】选项卡中可设置文字的字体、大小、位置及对齐方式等。用户可在【文字外观】选项组中的【文字样式】下拉列表框中选择已有的文字样式。若用户需创建新的文字样式，可单击显示按钮 ...，以打开【文字样式】对话框，如图 4-9 所示，进一步设置新的文字样式，具体的文字样式创建方法将在后续的任务中介绍。

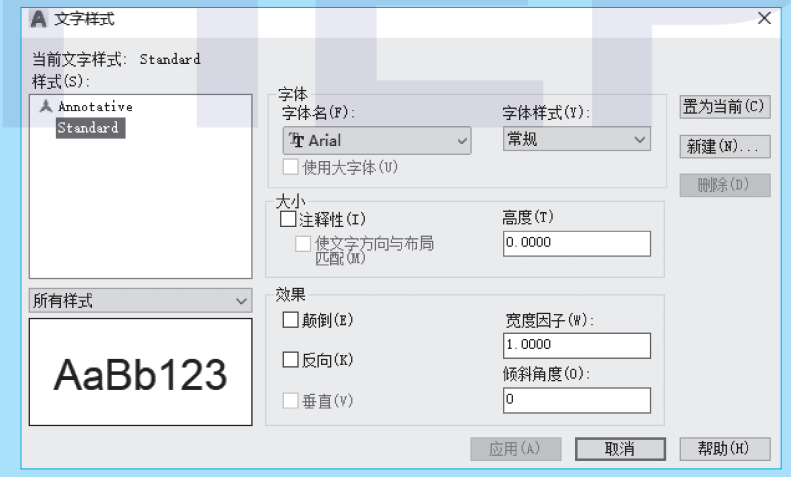


图 4-9　【文字样式】对话框

【文字位置】标签主要参数含义如下。

【垂直】：用于设置标注文字对尺寸线的垂直位置，选项包括：

■ 居中:将标注文字放在尺寸线的中间。

■ 上:将标注文字放在尺寸线上方。从尺寸线到文字的最低基线的距离就是当前的文字间距。请参见【从尺寸线偏移】选项。

■ 外部:将标注文字放在尺寸线上远离第一个定义点的一边。

■ JIS:按照日本工业标准(JIS)放置标注文字。

■ 下:将标注文字放在尺寸线下方。从尺寸线到文字的最低基线的距离就是当前的文字间距。请参见【从尺寸线偏移】选项。

【水平】:用于控制标注文字在尺寸线上相对于尺寸界线的水平位置,选项包括:

■ 居中:将标注文字沿尺寸线放在两条尺寸界线的中间。

■ 第一条尺寸界线:沿尺寸线与第一条尺寸界线左对正。尺寸界线与标注文字的距离是箭头大小加上文字间距之和的两倍。参见【箭头】和【从尺寸线偏移】选项。

■ 第二条尺寸界线:沿尺寸线与第二条尺寸界线右对正。尺寸界线与标注文字的距离是箭头大小加上文字间距之和的两倍。参见【箭头】和【从尺寸线偏移】选项。

■ 第一条尺寸界线上方:沿第一条尺寸界线放置标注文字或将标注文字放在第一条尺寸界线之上。

■ 第二条尺寸界线上方:沿第二条尺寸界线放置标注文字或将标注文字放在第二条尺寸界线之上。

■ 设定当前文字间距:文字间距是指当尺寸线断开以容纳标注文字时标注文字两侧的距离。仅当生成的线段至少与文字间距同样长时,才会将文字放置在尺寸界线内侧。仅当箭头、标注文字以及页边距有足够的空间容纳文字间距时,才将尺寸线上方或下方的文字置于内侧。

【从尺寸线偏移】:指文字的放置位置与尺寸线的间距。

【文字对齐】选项组用于控制标注文字放在尺寸界线外边或里边时的方向是保持水平还是与尺寸界线平行。

■ 水平:水平放置文字。

■ 与尺寸线对齐:文字与尺寸线对齐。

■ ISO 标准:当文字在尺寸界线内时,文字与尺寸线对齐;当文字在尺寸界线外时,文字水平排列。

打开【调整】选项卡，如图 4-10 所示，接受默认参数。

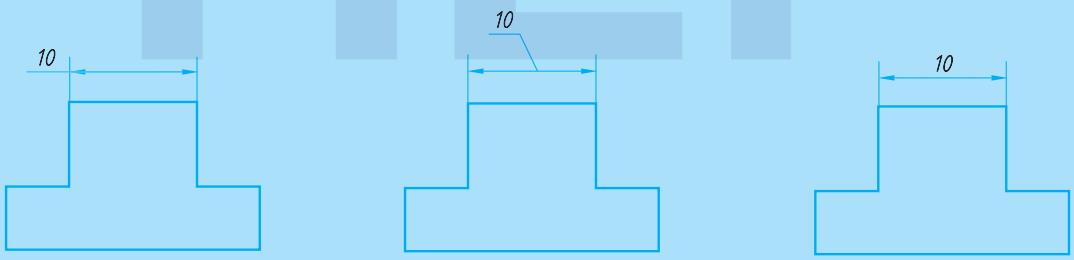
图 4-10　【调整】选项卡

技术指导

【调整】选项卡主要用于设置文字、箭头与尺寸线的位置及尺寸要素的全局比例。

【调整选项】选项组用于设置当尺寸界线之间没有足够的空间放置文字与箭头时，首先应从尺寸界线中移出文字还是箭头，或其他方式，建议选择【文字或箭头（最佳效果）】选项或【文字和箭头】选项。

【文字位置】选项组用于设置当文字不在默认位置时放置的位置，各选项效果如图 4-11 所示。



(a) 尺寸线旁边　(b) 尺寸线上方，带引线　(c)尺寸线上方，不带引线

图 4-11　文字位置各选项效果

【标注特征比例】选项组用于设置尺寸的特征比例。一般建议选择【使用全局比例】选项。该比例只影响尺寸要素缩放关系，不影响尺寸的测量值。当采用缩小的比例进行绘图时，例如采用 1 ∶ 200 的比例进行绘图时，则输入“200”，以避免标注出来的箭头与文字非常小。

打开【主单位】选项卡，如图 4-12 所示，在【线性标注】选项组中【小数分隔符】下拉列表中选择【“.”（句点）】选项，其他参数默认。单击【确定】按钮即可完成“机械样式”的标注设置。

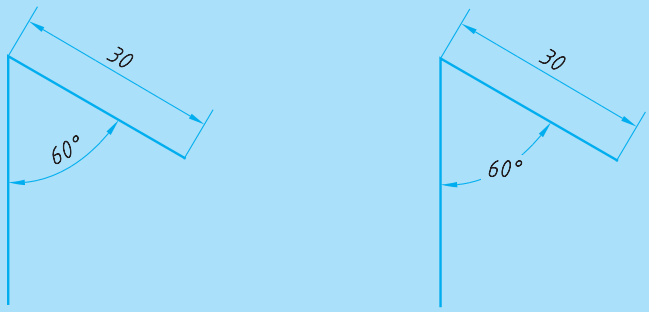
图 4-12　【主单位】选项卡

技术指导

【主单位】选项卡主要用于设置标注单位与精度，其中【前缀】与【后缀】是指在标注的文本前面或后面添加文字，如当在【前缀】文本框中输入“%%c”，则将在尺寸文本的前面添加“ϕ”符号，此方法适宜于轴类零件的标注。

【换算单位】与【公差】选项卡一般在标注时才进行设置，在此不作介绍，公差的标注方法将在后续的任务中介绍。

以上对“机械样式”的标注样式进行全局设置，【文字】选项卡中的【文字对齐】选项组选择了【与尺寸线对齐】选项，标注效果如图 4-13a 所示，现需使所有的角度标注文本水平放置，则应设置针对不同类型（如角度、线性）标注的子样式，标注效果如图 4-13b 所示。具体设置方法如下。



(a) 标注效果　　(b) 创建角度子样式标注效果

图 4-13　设置子样式标注效果对比示意图

在尺寸标注工具栏上单击【标注样式】按钮，系统弹出【标注样式管理器】对话框，选择“机械样式”，如图 4-14 所示，单击【新建】按钮。

系统弹出【创建新标注样式】对话框，接受默认【新样式名】，在【用于】下拉列表中选择【角度标注】选项，如图 4-15 所示。

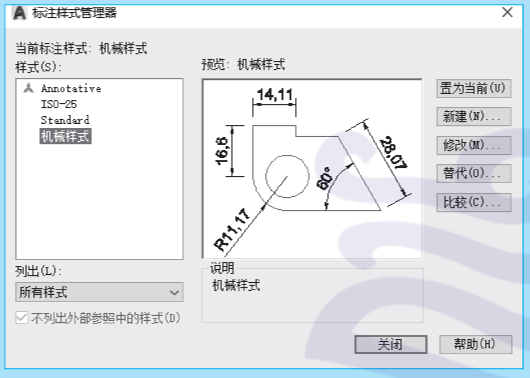


图 4-14　选择“机械样式”

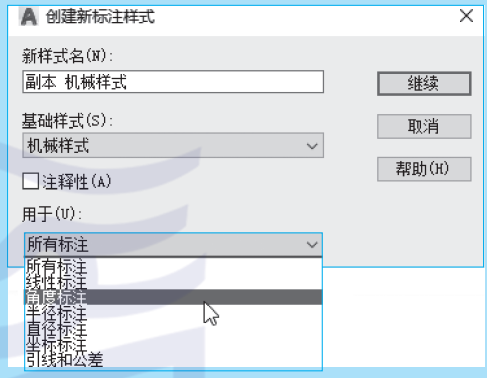


图 4-15　选择【角度标注】选项

单击【继续】按钮，系统弹出【新建标注样式：机械样式：角度】对话框，在【文字对齐】选项组中选择【水平】选项，如图 4-16 所示。

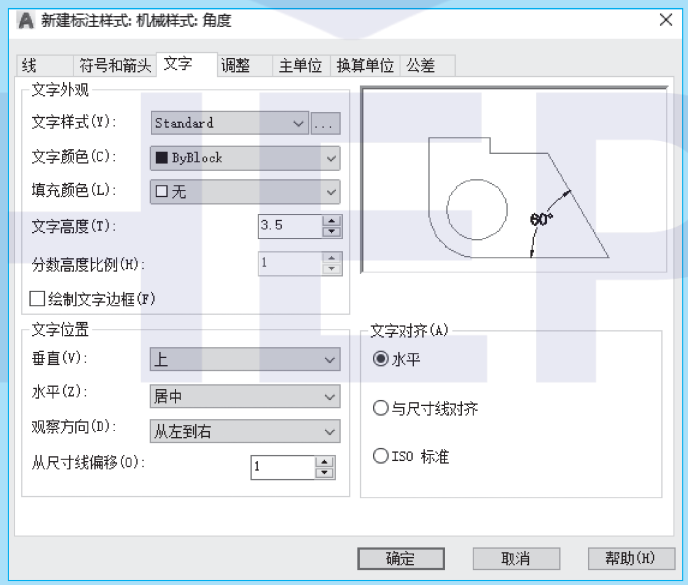


图 4-16　选择【水平】选项

单击【确定】按钮即可完成子样式的创建，则接下来的角度标注效果变为如图 4-13b 所示的效果。

3. 尺寸标注

设置完尺寸标注样式后，接下来即可进行尺寸标注。不同的标注类型将采用不同的标注

命令，常用的尺寸标注类型有线性标注、对齐标注和角度标注等。

3.1　线性标注

线性标注只能进行水平标注与垂直标注，对于倾斜直线只能标注沿水平或垂直方向投影的距离。

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 1”文件夹中的“线性标注 . dwg”文件，如图 4-17 所示。

在菜单栏选择【标注】→【线性】命令或在【注释】工具栏上单击【线性】按钮，系统提示：

```
命令：_dimlinear
指定第一个尺寸界线原点或 <选择对象>：        //选择如图 4-17 所示的 A 点
指定第二个尺寸界线原点：                    //选择如图 4-17 所示的 B 点
指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]：
                                            //向上拖动光标到适合位置单击
```

水平标准结果如图 4-18 所示。若用户选择 *C*、*D* 两点向右移动光标，则可进行垂直标注。

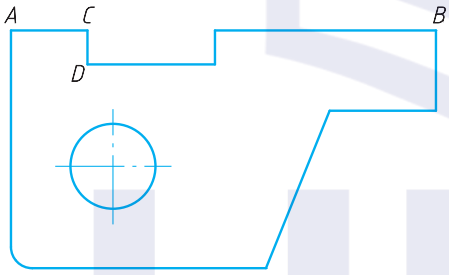


图 4-17　线性标注 . dwg

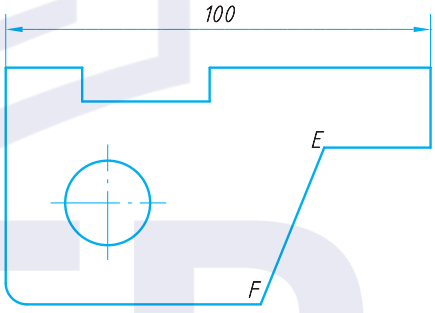


图 4-18　水平标注结果

技术指导

在进行尺寸标注时系统都会提示一些选项，下面将分别进行介绍：

■ 指定尺寸线位置：默认选项，系统直接测量并标注两个尺寸线之间的距离。

■ 多行文字：打开文字编辑器以输入或编辑标注文字，当需要输入特殊字符或符号时，可通过输入控制代码和 Unicode 字符串来输入。

■ 文字：在命令提示下输入注释文字，当需采用其他的值代替测量值进行标注时可采用本选项进行输入，也可以输入特殊符号，具体操作方法将在后续的任务中介绍。

■ 角度：修改标注文字的角度。

■ 水平：创建水平线性标注。

■ 垂直：创建垂直线性标注。

■ 旋转：创建旋转线性标注。

3.2　对齐标注

通过对齐标注可对两拾取点间的平行长度进行尺寸标注，常用于斜线的标注。

在菜单栏选择【标注】→【对齐】命令或在【注释】工具栏上单击【对齐】按钮，拾取如图 4-18 所示的 E、F 两点，移动标注文本到合适的位置单击，对齐标注结果如图 4-19 所示。

3.3　角度标注

通过角度标注可标注两条不平行直线形成的夹角、圆或圆弧的夹角、3 个不共线点的夹角。

在菜单栏选择【标注】→【角度】命令或在【注释】工具栏上单击【角度】按钮，系统提示：

命令：_dimangular

选择圆弧、圆、直线或 <指定顶点>：　　//选择如图 4-19 所示的直线 N

选择第二条直线：　　//选择如图 4-19 所示的直线 M

指定标注弧线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/象限点(Q)］：//向右移动光标并单击

标注文字 = 68

角度标注结果如图 4-20 所示。

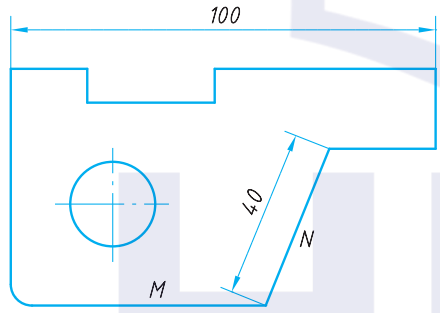


图 4-19　对齐标注结果

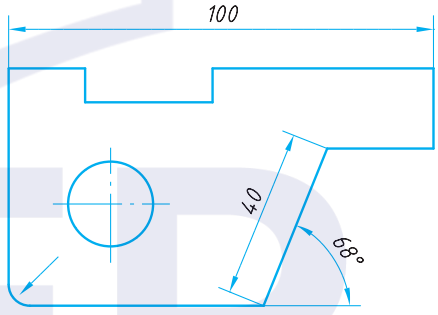


图 4-20　角度标注结果

3.4　半径标注

通过半径标注可对圆弧或圆的半径进行标注。

在菜单栏选择【标注】→【半径】选项或在【注释】工具栏上单击【半径】按钮，系统提示：

命令：_dimradius

选择圆弧或圆：　　//选择图 4-20 中箭头所指的圆弧

标注文字 = 5

指定尺寸线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)］：　　//在合适位置单击

半径标注结果如图 4-21 所示。

3.5　直径标注

通过直径标注可对圆弧或圆进行直径的标注。

在菜单栏选择【标注】→【直径】选项或在【注释】工具栏上单击【直径】按钮，系统提示：

命令：_dimdiameter

选择圆弧或圆：　　//选择图 4-21 中箭头所指圆

标注文字 = 20

指定尺寸线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)］：　　//在合适位置单击

直径标注结果如图 4-22 所示。

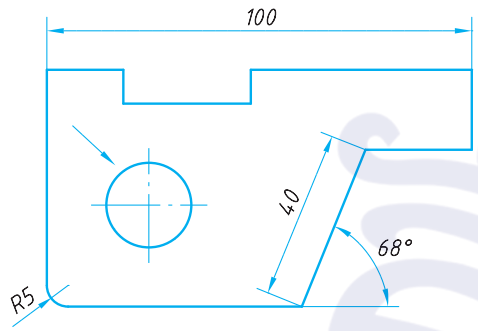


图 4-21　半径标注结果

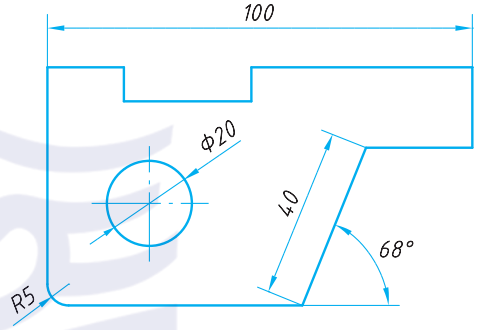


图 4-22　直径标注结果

3.6　折弯标注

折弯标注主要用于大圆弧的标注，因为这些大圆弧的圆心可能在图样的外面，此时采用折弯标注以节省空间。

在菜单栏选择【标注】→【折弯】命令或在【注释】工具栏上单击【折弯】按钮，系统提示：

命令：_dimjogged

选择圆弧或圆：　　//选择如图 4-23a 所示的圆弧

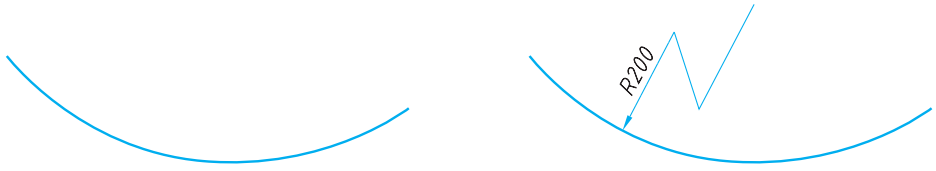
指定图示中心位置：　　//在圆弧内侧合适的位置单击以指定圆心位置

标注文字 = 200　　//在合适的位置单击以确定标注半径的位置

指定尺寸线位置或［多行文字(M)/文字(T)/角度(A)］：

指定折弯位置：　　//在合适的位置单击以确定折弯的位置

折弯标注结果如图 4-23b 所示。



(a) 圆弧　　(b) 折弯标注结果

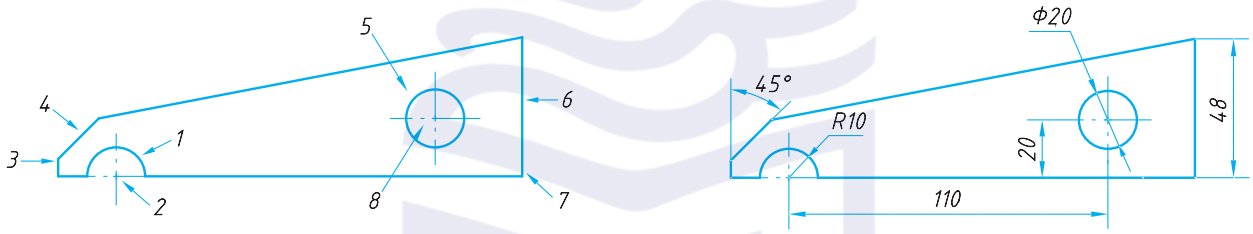
图 4-23　以折弯方式标注圆弧半径

4. 智能标注

智能标注为 AutoCAD 2016 版开始新增的功能，当光标靠近线段时自动判断需要标注的类型，用户确认无误后直接选择线段即可快速标注，而且在标注完当前的线段后标注下一对象时中间无需中断命令，如标注完矩形的长度后可以直接标注矩形的宽度，或者标注圆的直径、线

段之间的角度，无需切换其他命令，使用起来非常方便。

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 1”文件夹中的“智能标注 . dwg”文件，如图 4-24a 所示。在【注释】工具栏上单击【标注】按钮，光标靠近如图 4-24a 箭头 1 所指圆弧时，系统自动将光标变为正方格，同时显示半径，此时单击并向上移动光标到适当位置再单击，标注结果如图 4-24b 所示的“*R*10”。接着将光标靠近如图 4-24a 箭头 3 所指直线，显示长度时单击，再选择如图 4-24a 箭头 4 所指直线，显示角度时单击，并向上移动光标到适当位置单击，标注结果如图 4-24b 所示的“45°”。其他的圆直径、直线长度、两点间的距离可参照此方法进行标注，标注结果如图 4-24b 所示。



(a) 智能标注.dwg　　(b) 标注结果

图 4-24　智能标注

技术指导

对于智能标注，系统提供了以下选项供选择：

1）角度：用于标注角度。

2）基线：用于多个具有从相同位置测量的偏移尺寸线的标注。

3）连续：连续标注也称为链式标注，是端对端放置的多个标注。

4）坐标：标注测量点与原点（称为基准点）的垂直距离，通过保持特征与基准点之间的精确偏移量，来避免误差增大。

5）对齐：将已标注的各个尺寸进行对齐操作，使之更美观。

6）分发：使所标注尺寸间的距离相等。

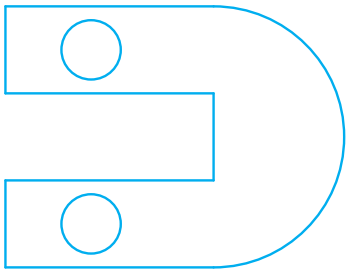
7）图层：将接下来创建的标注指定到某一图层中。

8）放弃：放弃操作。

5. 圆心标记和中心线标记

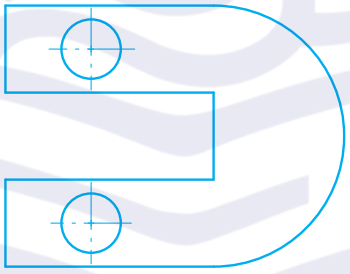
AutoCAD 2022 提供了圆心标记命令和中心线标记命令，使得圆心和两线间中心线的创建变得非常方便，为绘制图形时的定位带来了极大的方便。

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 1”文件夹中的“圆心标记和中心线标记 . dwg”文件，如图 4-25a 所示。选项【注释】选项卡，如图 4-25b 所示，在【中心线】选项工具栏上单击【圆心标记】按钮。分别选择两小圆，圆心标记结果如图 4-25c 所示。



(a) 圆心标记和中心线标记.dwg

(b)【注释】选项卡



(c) 圆心标记结果

图 4-25　标记圆心

继续采用相同的方法,创建两直线的中心线,如图 4-26 所示。

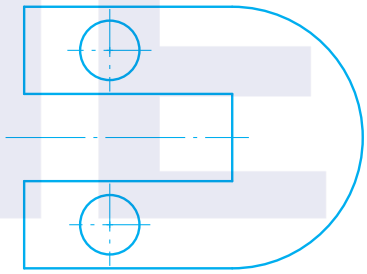


图 4-26　创建两直线的中心线

任务实施

使用矩形命令分别绘制如图 4-27 所示的两个矩形。

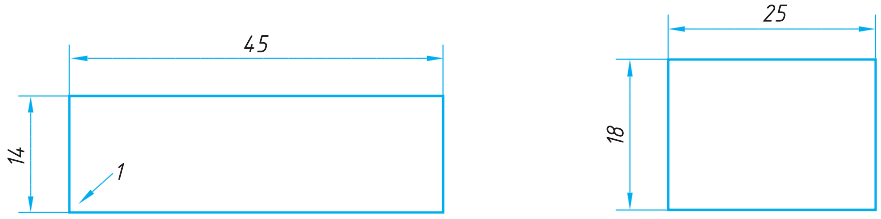


图 4-27　绘制两矩形

在【绘图】工具栏上单击【圆】按钮，按住 Shift 键的同时单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择【自】选项，选择如图 4-27 箭头 1 所指的点作为基点，输入“@ 11”，按 Tab 键，输入“7”，按空格键，输入圆的半径“4”，按空格键，完成“ϕ8”圆的绘制。采用相同的方法，继续以如图 4-27 箭头 1 所指的点作为基点来辅助绘制“ϕ10”圆，绘制两圆结果如图 4-28 所示。

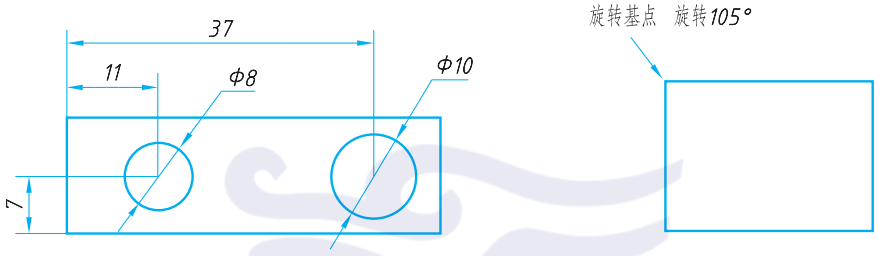
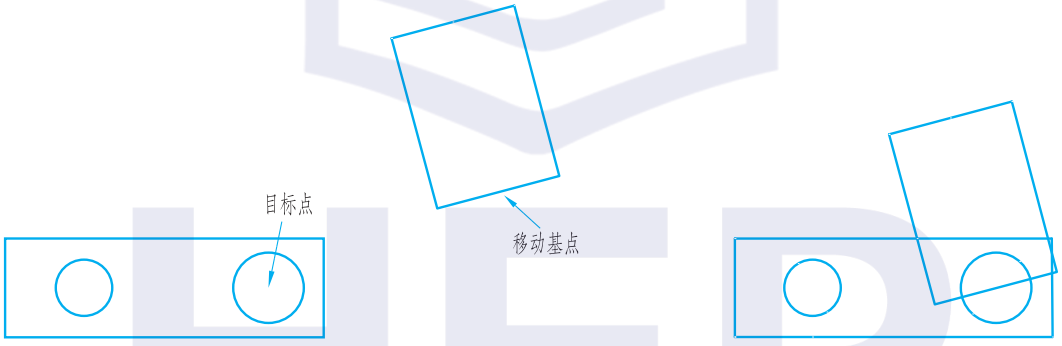


图 4-28　绘制两圆结果

将如图 4-28 右侧的矩形旋转 105°，旋转结果如图 4-29a 所示。将刚旋转的矩形移到“ϕ10”圆的圆心，其中移动基点与目标点如图 4-29a 所示，移动结果如图 4-29b 所示。



(a) 旋转结果　　(b) 移动结果

图 4-29　移动矩形

将两个矩形进行分解，并通过修剪和延伸的方式对多余的线进行处理，以及倒圆角“*R*2”，细节处理结果如图 4-30 所示。

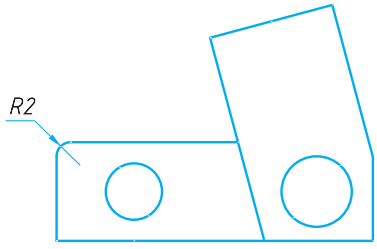
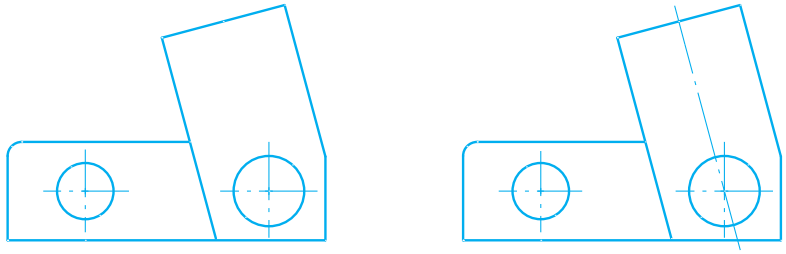


图 4-30　细节处理结果

打开选项【注释】选项卡，在【中心线】选项工具栏上单击【圆心标记】按钮，分别选择两小圆，圆心标记如图 4-31a 所示。继续创建另外两直线的中心线，如图 4-31b 所示。



(a) 圆心标记　　(b) 创建两直线的中心线

图 4-31　创建中心线

最后进行尺寸标注，具体的尺寸样式创建方法可参照前面所述，此处不再赘述。尺寸标注结果如图 4-32 所示。此至任务完成。

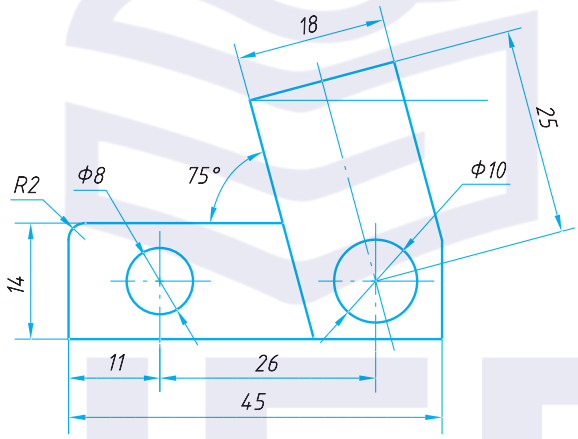


图 4-32　尺寸标注结果

技术指导

这里对紧块的绘制采用了有别于常规的思维，主要是为了说明对于同一个图样往往会有多种不同的绘制方法，需要在实践中不断提高。绘图前仔细分析图样的结构特点，如此处就紧紧地抓住紧块的主体由两个矩形构成。对于不规则矩形的处理方法一般是先规则后调整。

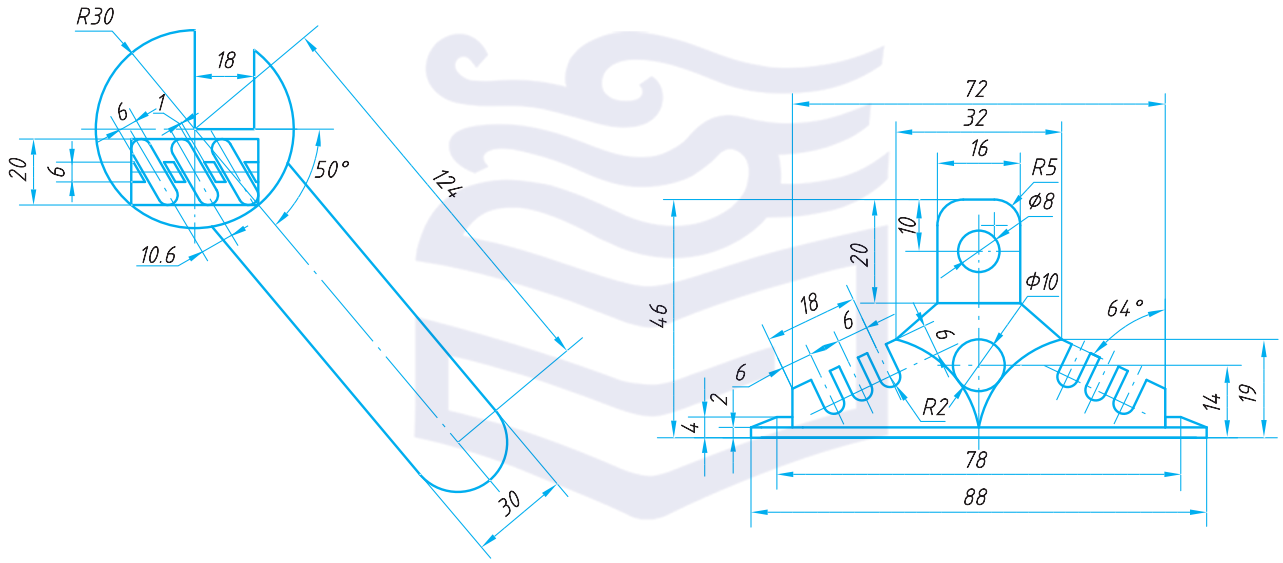
任务总结

本任务主要学习了尺寸标注样式的基本知识，包括标注样式的创建方法、尺寸的标注方法、智能标注以及圆心标记和中心线标记的创建方法。对于尺寸标注需要特别注意其基本要求，标注时需注意避免重复标注尺寸，正确分析好各图素间的尺寸关系，从而标注出正确的尺寸，做到不漏标、错标。对于圆心标记和中心线标记的创建方法，在实际应用中亦非常广泛。前文中，为了方便绘制的定位，一般先绘制“十字”作为基准，但是在学习了圆心标记和中心线

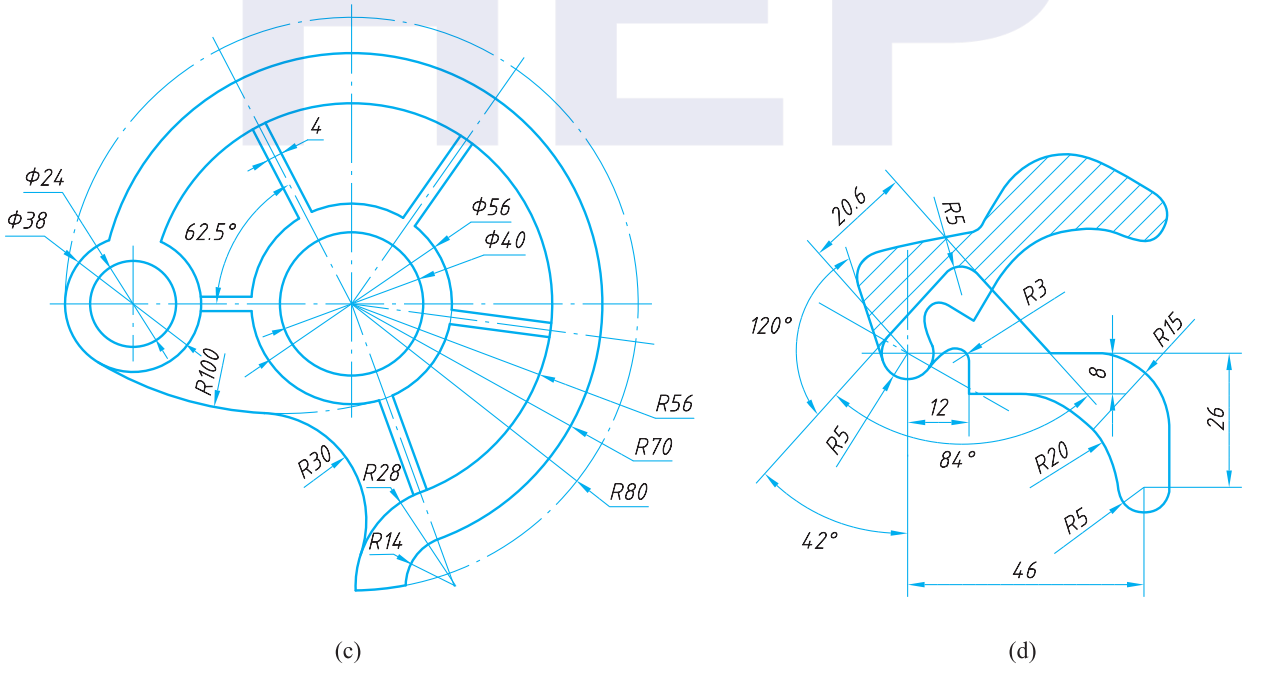
标记的创建后，用户可以不再绘制“十字”作为基准。对于这一点还需要在实践中加强练习，不断运用好软件的工具，掌握更多的技巧，以提高绘图能力。

提高练习

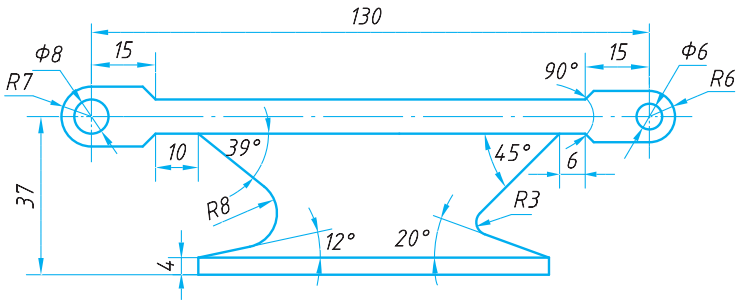
根据图 4-33 所示尺寸标注以 1∶1 的绘图比例进行抄绘，并根据本任务的内容，设置尺寸标注样式并进行尺寸标注。



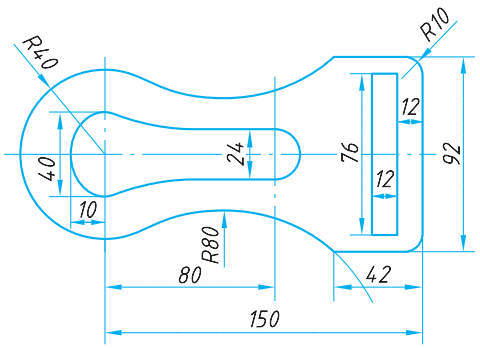
(a)　(b)



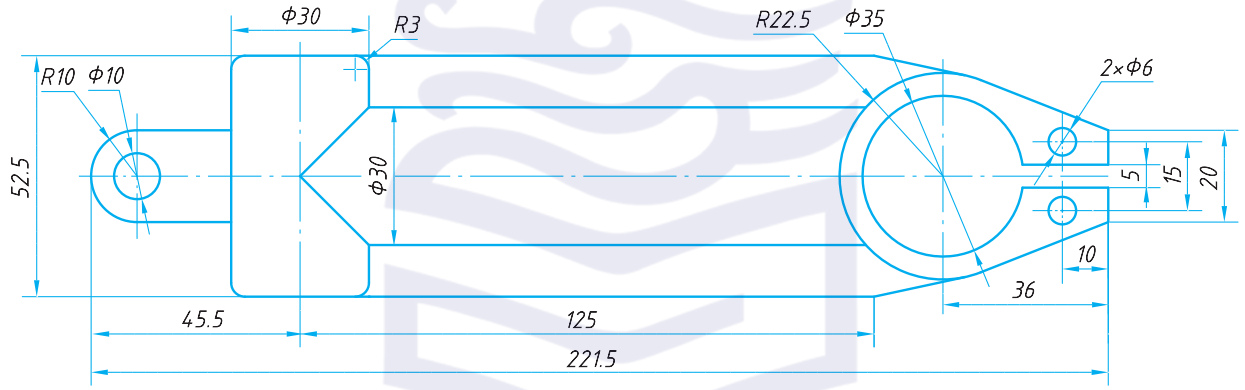
(c)　(d)



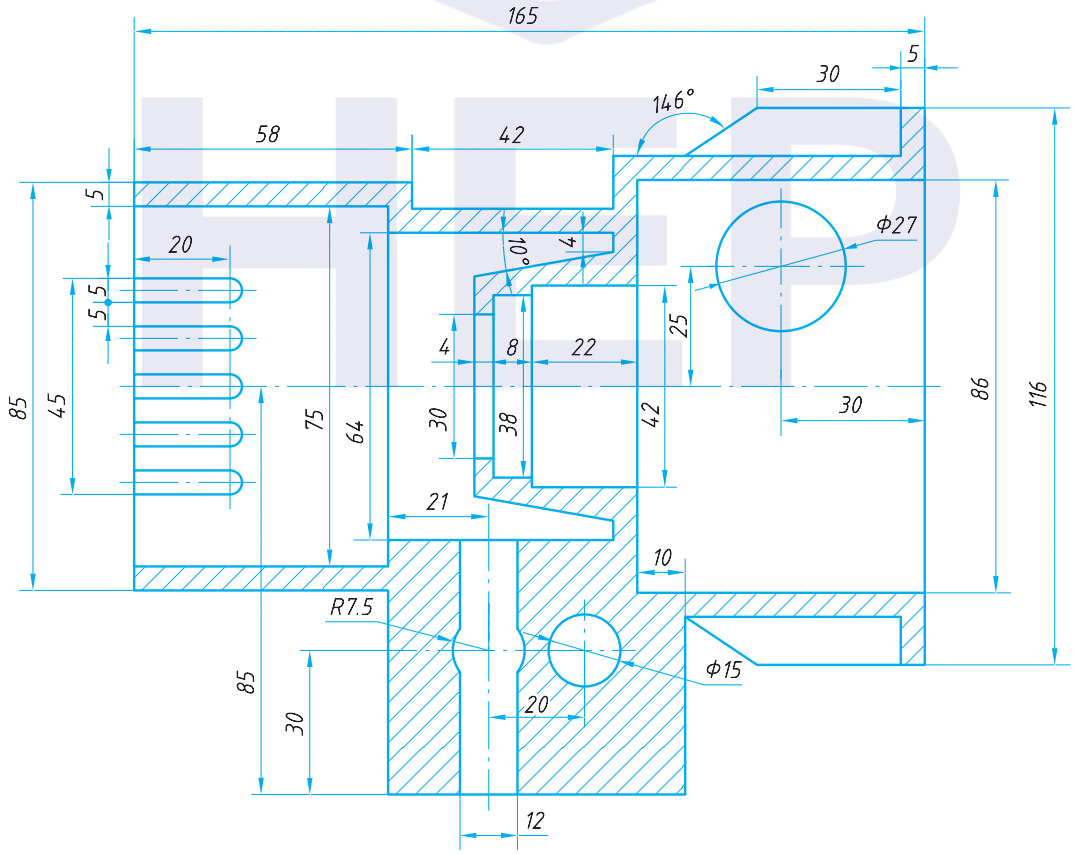
(e)



(f)



(g)



(h)

图 4-33 提高练习图

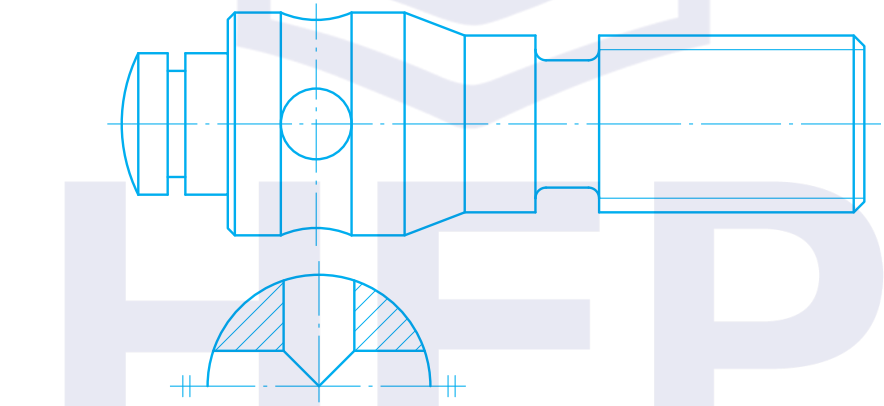
任务 2　标注轴 >>>

任务目标

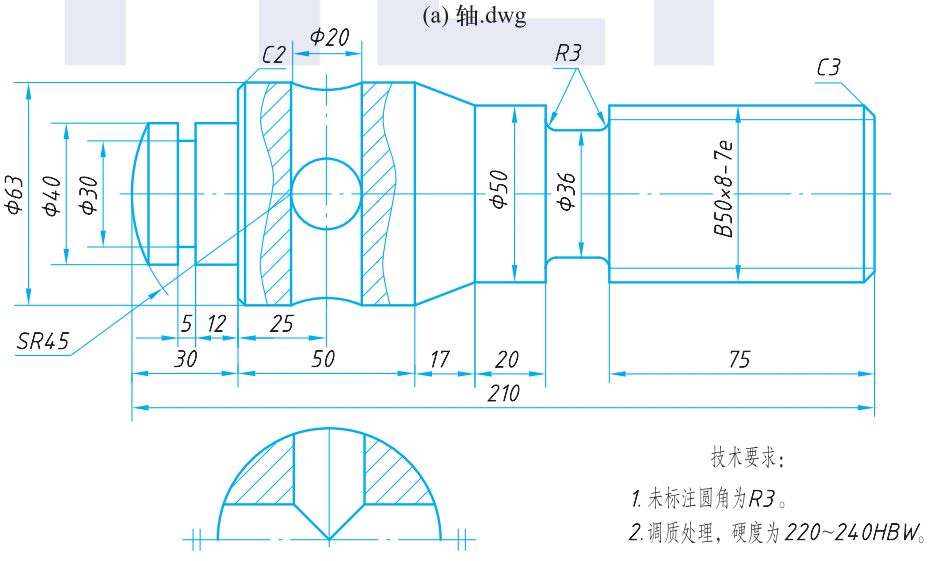
- 能在尺寸标注中添加文字、尺寸公差及特殊符号。
- 能利用多重引线和剖面线创建局部剖视图。
- 能对尺寸标注进行编辑修改，实现快速编辑。

任务导入

根据本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 2”文件夹中的“轴 . dwg”文件，如图 4-34a 所示，进行尺寸标注、添加文字说明和创建局部剖视图，结果如图 4-34b 所示。



(a) 轴.dwg



(b) 结果

图 4-34　轴图样

任务分析

该轴零件结构相对复杂，轴上有孔，需要创建剖视图以反映孔的内部特征。该零件主要由圆柱、球面、凹槽、螺纹等特征构成，标注时需要用到直径符号、文本创建、多重引线等。在标注过程中需要做到标注准确、信息完整、标注清晰、标注合理，能很好地反映轴的结构和工艺要求，并且形式美观。

知识准备

1. 创建样条曲线

通过样条曲线命令可创建二次或三次样条曲线，常用于复杂曲线的绘制，创建局部剖视图时经常采用。

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 2”文件中的“尺寸公差标注 . dwg”文件。

在菜单栏选择【绘图】→【样条曲线】→【拟合点】命令或在【绘图】工具栏上单击【样条曲线拟合】按钮，系统提示：

```
命令：_spline
当前设置：方式=拟合　节点=弦
指定第一个点或［方式(M)/节点(K)/对象(O)］：　　//在如图 4-35a 所示的 1 点单击
输入下一个点或［起点切向(T)/公差(L)］：　　//在如图 4-35a 所示的 2 点单击
输入下一个点或［端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)］：　　//在如图 4-35a 所示的 3 点单击
输入下一个点或［端点相切(T)/公差(L)/放弃(U)/闭合(C)］：　//按空格键
```

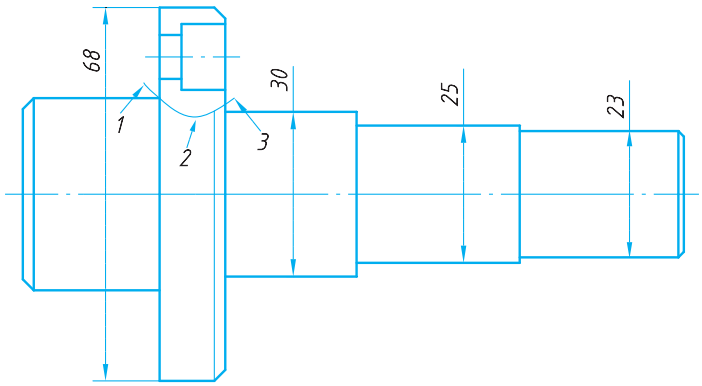
绘制样条曲线如图 4-35a 所示，最后进行修剪结果如图 4-35b 所示。

技术指导　这里创建样条曲线是为了后续创建剖视图，主要目的是反映零件上的某一细节特征，因此对样条曲线的形状及具体位置没有严格的要求，只要使创建的剖视图位置能正确反映细节特征即可。

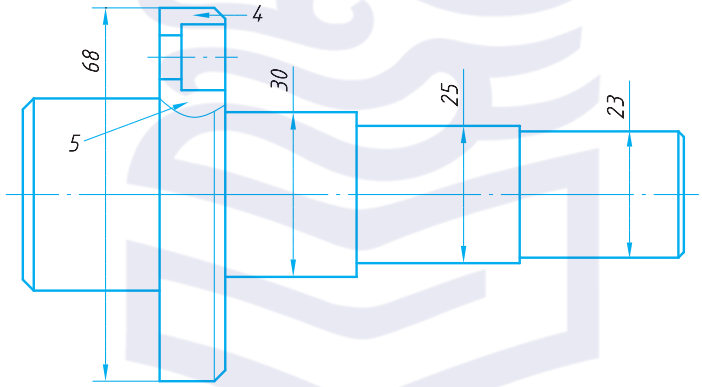
2. 图案填充

通过图案填充命令可在封闭的区域或选定对象的边界内填充图案或进行渐变填充，在机械制图中常用于创建反映某一细节部位的剖视图或装配图中。

在菜单栏选择【绘图】→【图案填充】命令或在【绘图】工具栏上单击【图案填充】按钮，系统弹出【图案填充和渐变色】对话框，系统默认打开【图案填充】选项卡，如图 4-36 所示，在【类型和图案】选项组中的【图案】下拉列表中选择【ANSI31】选项，其他参数默认。



(a) 绘制样条曲线



(b) 修剪结果

图 4-35　创建样条曲线

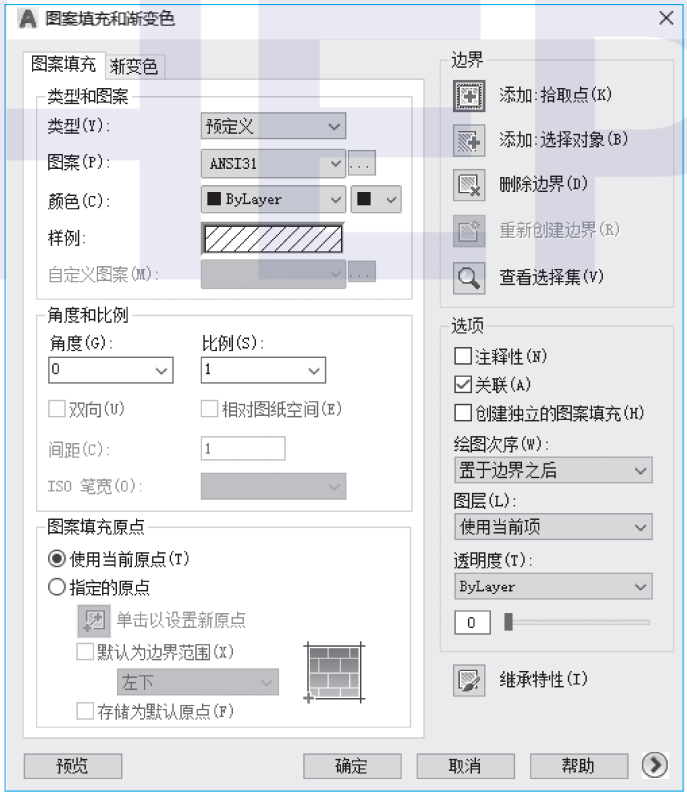


图 4-36　【图案填充和渐变色】选项卡

在【边界】选项组中单击【添加:拾取点】按钮，系统提示：

命令：h HATCH

拾取内部点或［选择对象(S)/删除边界(B)］：　正在选择所有对象...

//在如图 4-35b 箭头 4 所指的空白处单击

正在选择所有可见对象...

正在分析所选数据...

正在分析内部孤岛...　//在如图 4-35b 箭头 5 所指的空白处单击

拾取内部点或［选择对象(S)/删除边界(B)］：　//按空格键

系统返回【图案填充和渐变色】对话框，单击【确定】按钮，图案填充结果如图 4-37 所示。

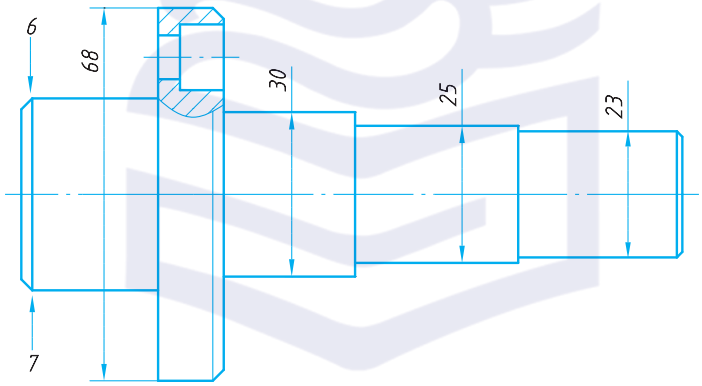


图 4-37　图案填充结果

技术指导

用户在【图案】下拉列表中单击按钮，系统弹出【填充图案选项板】对话框，如图 4-38 所示。从中可直观地选择所需要的图案。根据我国 CAD 工程制图的剖面符号规定，可选用 ANSI31 作为机械制图中的剖面线。

其他选项说明：

1)【角度】选项：用于设置填充图案的角度，该角度为相对于当前 UCS 坐标系 X 轴的角度。

2)【比例】选项：用于设置图案缩放大小的比例，比例系数越大则图案越稀疏。

3)【添加:拾取点】按钮：将所拾取填充区域的内部点作为填充区域的边界。

4)【添加:选择对象】按钮：将选定构成封闭区域的对象作为填充边界。

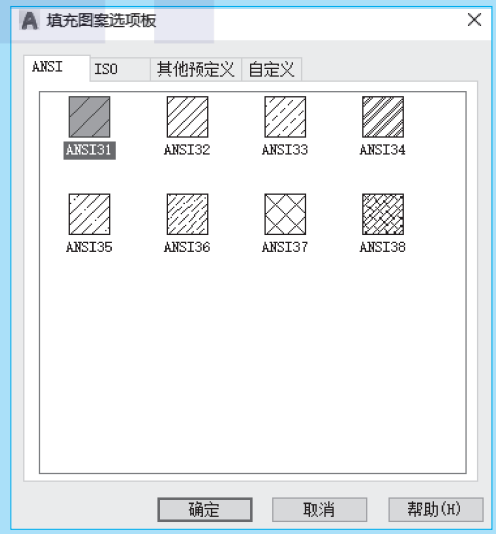


图 4-38　【填充图案选项板】对话框

5)【继承特性】按钮:拾取现有图案填充或填充对象的特性,应用到其他图案填充或填充对象中。

3. 标注特殊符号

AutoCAD 软件中有许多特殊符号不能通过标准键盘直接输入,如直径符号、正负号等,需要通过特殊的控制码来产生特定的符号。下面以最常见的直径符号标注为例展开介绍。

打开捕捉模式,在【注释】工具栏上单击【线性】按钮,选择如图 4-37 所示的 6、7 两点,向左移动光标,输入“M”,按空格键。系统打开【文字格式】对话框,在“35”的前面直接输入“%%C”,则刚输入的文字显示为“ϕ”,输入完成后单击按钮,向左移动光标到适当的位置后单击,标注直径符号结果如图 4-39 所示。

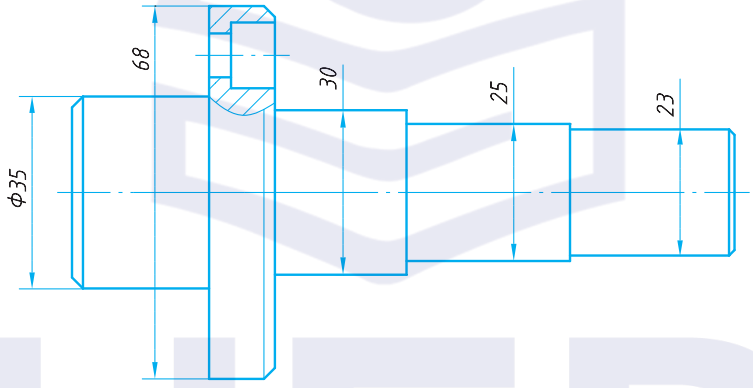


图 4-39　标注直径符号结果

技术指导

常用控制码对应的特殊符号见表 4-1。

表 4-1　常用控制码对应的特殊符号

控制码	功能	输入示例	输出结果
%%P	标注正负符号“±”	%%P0.01	±0.01
%%D	标注度符号“°”	15%%D	15°
%%C	标注直径符号“ϕ”	%%C20	Φ20
^	堆叠	+0.01^-0.02	+0.01 -0.02
#	标注“/”	1#5	1/5
/	标注分数“-”	1/5	$\frac{1}{5}$

用户还可在输入文本框中单击右键，如在弹出的快捷菜单选择【符号】→【直径】命令，如图 4-40 所示，即可输入直径符号。

图 4-40　【符号】/【直径】选项

4. 尺寸编辑

通过尺寸编辑命令，可以对尺寸标注进行旋转、修改标注文字、更改尺寸界线倾斜角等编辑操作。下面介绍如何集中添加直径符号：

在命令行输入：DED，按空格键，系统提示：

```
命令：DED                          //输入“DED”，按空格键
DIMEDIT
输入标注编辑类型［默认(H)/新建(N)/旋转(R)/倾斜(O)］<默认>：N
                                   //输入：N，按空格键，接着在文本框中输入“%%C”，在文本框外单击
选择对象：找到 1 个                //选择尺寸“23”
选择对象：找到 1 个，总计 2 个     //选择尺寸“25”
选择对象：找到 1 个，总计 3 个     //选择尺寸“30”
选择对象：找到 1 个，总计 4 个     //选择尺寸“68”
选择对象：                         //按空格键
```

集中添加直径符号结果如图 4-41 所示。

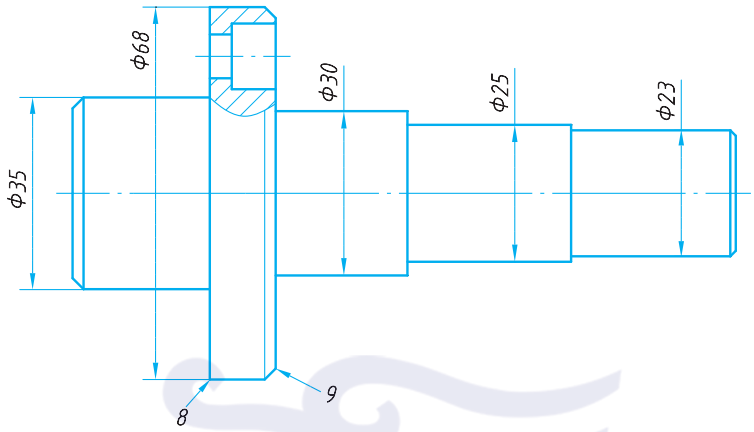


图 4-41　集中添加直径符号结果

技术指导

尺寸编辑命令各选项说明如下。

1）默认：选定的标注文字移回到由标注样式指定的默认位置和旋转角。

2）新建：使用在位文字编辑器更改标注文字。用尖括号（< >）表示生成的测量值。用控制代码和 Unicode 字符串来输入特殊字符或符号。当要编辑或替换生成新的测量值时，删除尖括号后输入新的标注文字，然后单击【确定】按钮，可实现对文字的快速修改。

3）旋转（R）：旋转标注文字，如图 4-42 所示。此选项与“角度”选项类似。

4）倾斜（O）：当尺寸界线与图形的其他要素冲突时，通过“倾斜”选项将尺寸界线倾斜一定的角度，实现与其他图素的错位摆放，如图 4-42 所示。

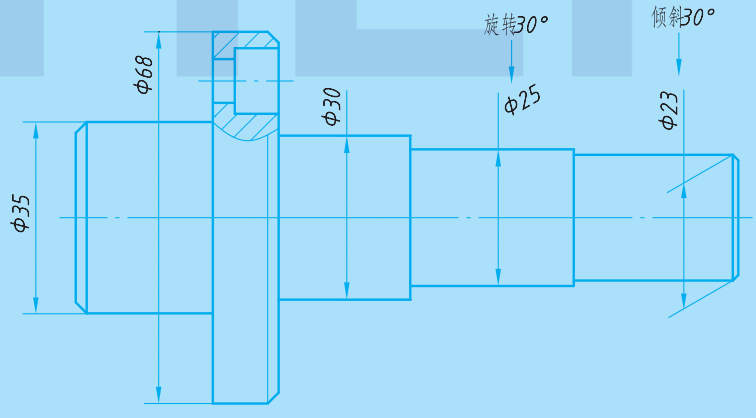


图 4-42　旋转与倾斜

5. 标注尺寸公差

标注尺寸公差的方法一般有两种：一种是在创建标注样式时，在打开【标注样式管理器】对

话框中单击【替代】按钮，在系统弹出的【替代当前样式】对话框中打开【公差】选项卡并设置公差的格式，如设置尺寸上、下极限偏差的格式及大小等。这种方法适用于多个尺寸公差一致的情况。另一种是在标注时利用【多行文字】选项打开文字编辑器，采用堆叠文字的方式标注公差。由于这种方法灵活多变，所以比较常用，下面将重点介绍。

打开捕捉模式，在【注释】工具栏上单击【线性】按钮，选择如图 4-41 所示的 8、9 两点，向下移动光标，输入“M”，按空格键。系统打开【文字格式】对话框，在“12”的后面按空格键，输入“0”，按住 Shift 键的同时按键盘数字键 6，以输入“^”，继续输入“-0.02”。接着从“12”的后面开始选择（注意需将“空格”选上），在【文字格式】对话框上单击【堆叠】按钮，则原来的“0^-0.02”变为 $^{0}_{-0.02}$，整个操作过程如图 4-43 所示。输入完成后单击按钮。

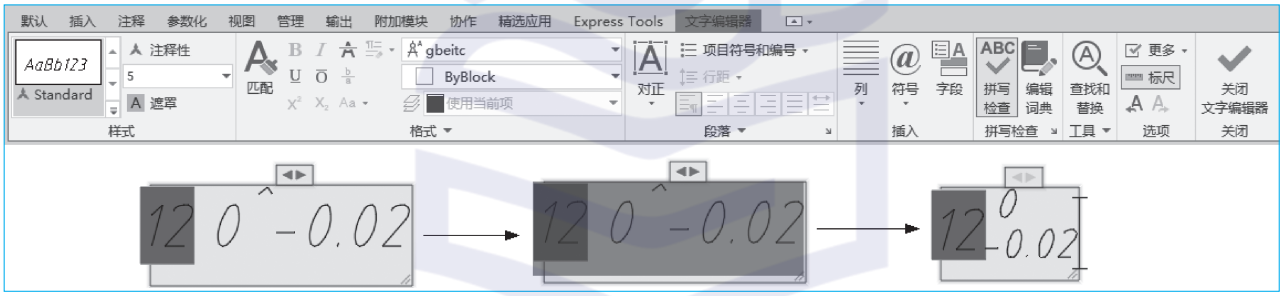


图 4-43　输入公差操作过程

在【文字格式】对话框上单击【确定】按钮，移动尺寸文本到合适位置单击，公差标注结果如图 4-44 所示。

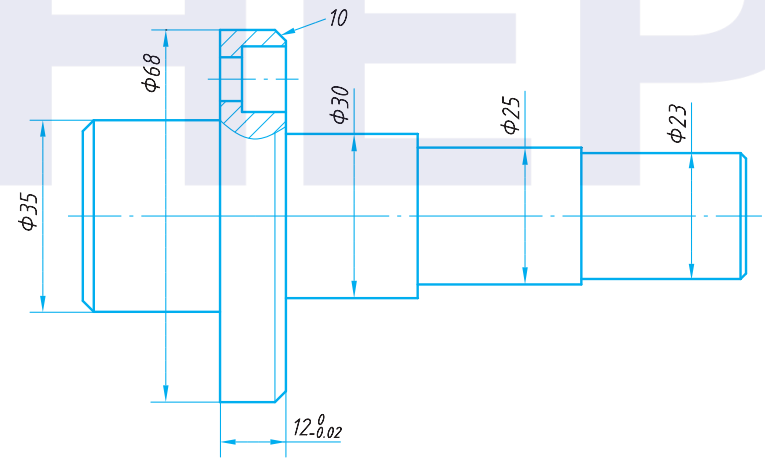


图 4-44　公差标注结果

6. 引线标注

通过引线标注可对箭头、水平基线、引线、曲线和多行文字对象或块创建引线。

在菜单栏选择【标注】→【引线】命令，选择如图 4-44 箭头 10 所指的点，向左上方移动光标并单击，输入“C2”，单击按钮。引线标注结果如图 4-45 所示。

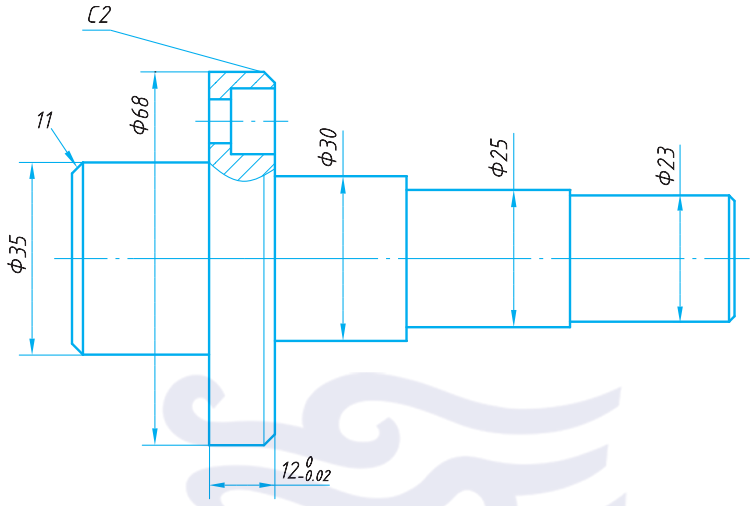


图 4-45　引线标注结果

7. 多重引线标注

通过多重引线可标注注释或说明等，可在引线标注的基础上创建，以指向同样的内容。

打开【注释】选项卡，在【引线】面板中单击【多重引线】按钮，选择如图 4-45 箭头所指 11 的点，移动光标至如图 4-45 所示的“C2”引线的拐点处单击，单击 按钮。多重引线标注结果如图 4-46 所示。

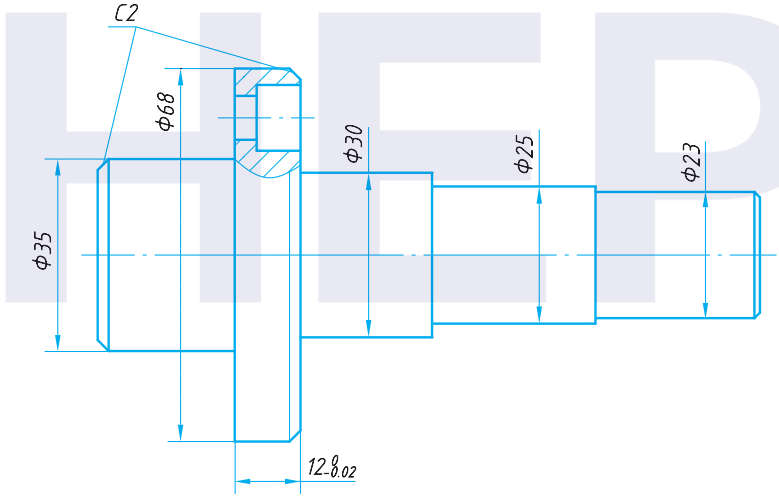


图 4-46　多重引线标注结果

8. 设置文字样式

对于图样上的文字样式，国家标准中规定不论图幅大小，汉字的字高一律为 5.0 mm，数字或字母的高度一律为 5.0 mm，汉字应为长仿宋体，同一张图样上的字体只允许选用一种。

与尺寸标注样式设置相同，在绘图前需设置文字样式，包括字体、大小等。

在菜单栏选择【格式】→【文字样式】命令，系统弹出【文字样式】对话框，如图 4-47 所

示，当前文字样式的名称为“Standard”。勾选【使用大字体】选项，在【字体】标签栏的【SHX 字体】下拉列表中选择“gbeitc. shx”字体，在【大字体】下拉列表中选择“gbcbig. shx”字体，设置【图纸文字高度】为“5. 0000”。其他参数默认。单击【置为当前】按钮，将目前的文字样式设为当前样式，单击【应用】按钮即可完成文字样式的设置。

图 4-47　【文字样式】对话框

技术指导

同一图样中有不同文字样式要求时，用户可通过新建文字样式进行设置，以备选用。

9. 创建单行文字

通过单行文字命令可创建内容比较简短的文字对象，它的每一行都是一个文字对象。在菜单栏选择【绘图】→【文字】→【单行文字】命令，系统提示：

```
命令：_text
当前文字样式：  “Standard”  文字高度：  5.0000  注释性：  是
指定文字的起点或［对正(J)/样式(S)］：          //在视图右下方适当位置单击
指定文字的旋转角度 <0>：                        //按空格键
```

系统弹出文本输入框，输入“零件材料为 45 钢”，在视图下右下方单击。按 Esc 键，退出命令，创建单行文字结果如图 4-48 所示。

技术指导

在指定文字起点时，系统还提供了【对正】和【样式】两个选项，用于设置对齐方式和文字样式。修改文字内容或样式时，用户双击需要修改的文字即可使其处于编辑状态。

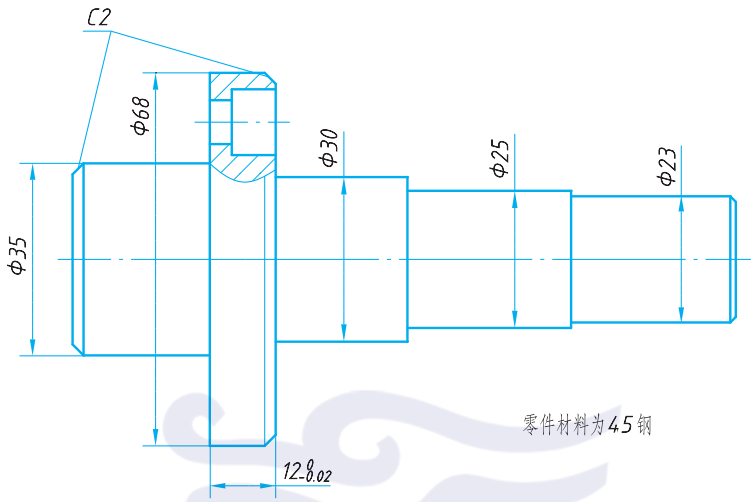


图 4-48　创建单行文字结果

10. 创建多行文字

通过多行文字命令可创建两行以上的文字，一般用于复杂文字的创建，如技术要求等。

在菜单栏选择【绘图】→【文字】→【多行文字】命令或在【注释】工具栏上单击【多行文字】按钮 A 多行文字，系统提示：

命令：_mtext 当前文字样式：　"Standard"　文字高度：　5.0　注释性：　是

指定第一角点：　　//在视图右侧绘图区的适当位置单击

指定对角点或［高度(H)/对正(J)/行距(L)/旋转(R)/样式(S)/宽度(W)/栏(C)］：

　　//在刚才单击位置对角位置单击

系统弹出【文字编辑器】选项卡，以及【文本输入】对话框，输入文字如图 4-49 所示，输入完成后单击 ✔ 按钮。

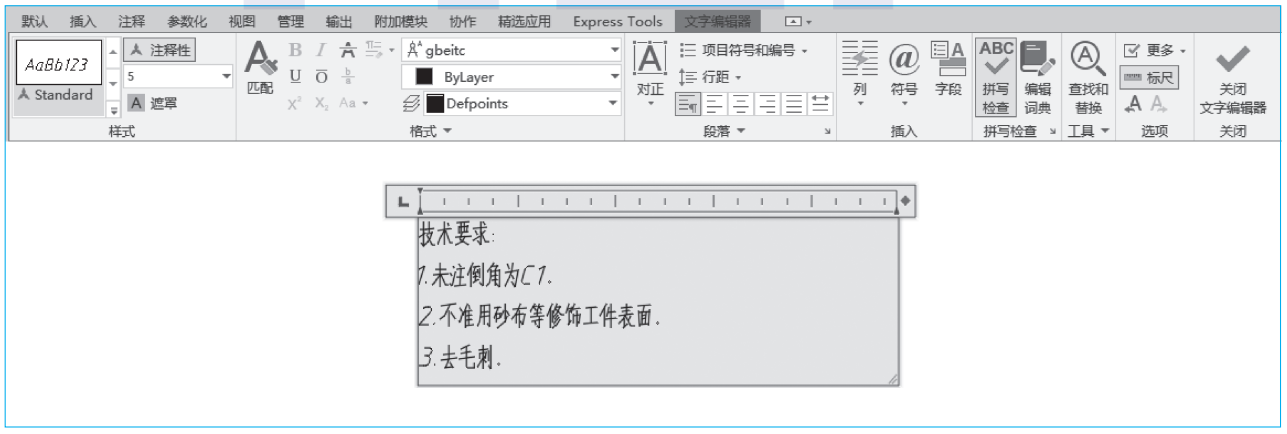


图 4-49　输入文字

单击【确定】按钮，创建多行文字结果如图 4-50 所示。

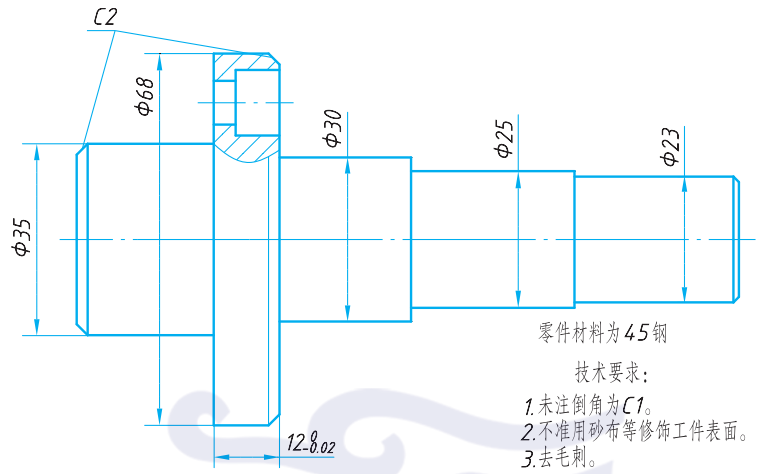
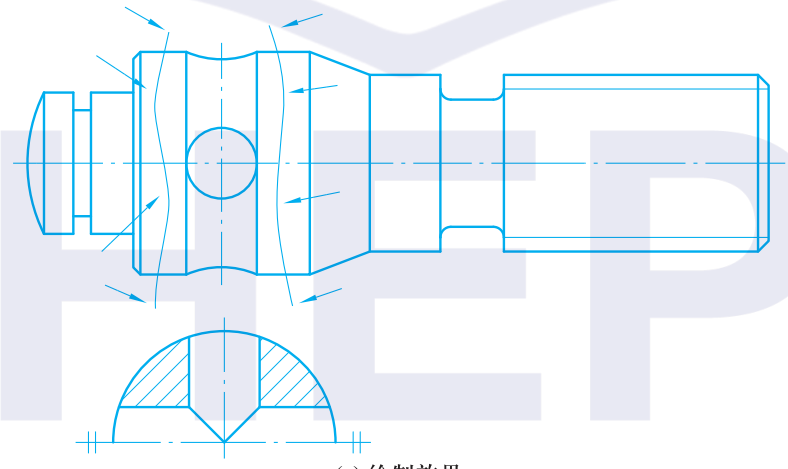


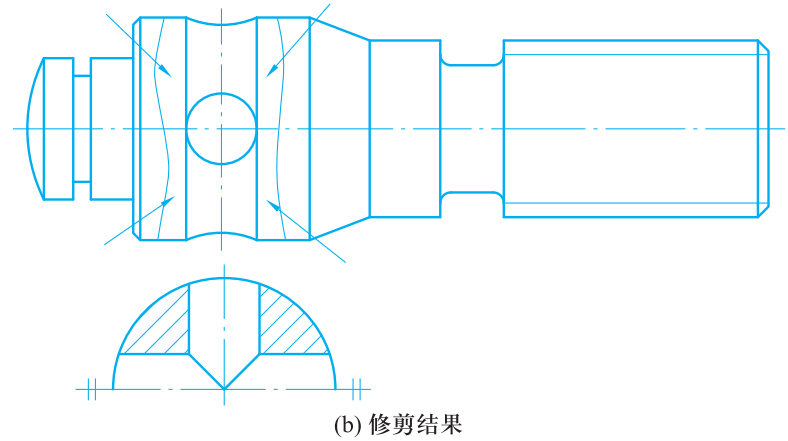
图 4-50　创建多行文字结果

任务实施

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 2”文件夹中的“轴 . dwg”文件，在【绘图】工具栏上单击【样条曲线】按钮，在如图 4-51a 箭头所指的位置单击，分别创建两条样条曲线，绘制效果如图 4-51a 所示。接着对多余的线进行修剪，修剪结果如图 4-51b 所示。



(a) 绘制效果



(b) 修剪结果

图 4-51　绘制样条曲线

在【绘图】工具栏上单击【图案填充】按钮，系统弹出【图案填充和渐变色】对话框，系统默认打开【图案填充】选项卡，在【类型和图案】选项组中的【图案】下拉列表中选择“ANSI31”选项，其他参数默认。在【边界】选项组中单击【添加：拾取点】按钮，分别在如图 4-51b 四个箭头所指的空白处单击以指定产生剖面线的边界，按空格键。在【图案填充和渐变色】对话框上单击【确定】按钮，绘制剖面线结果如图 4-52 所示。

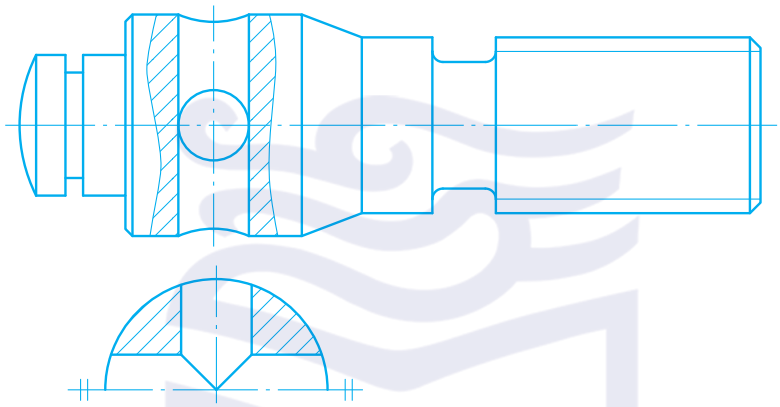
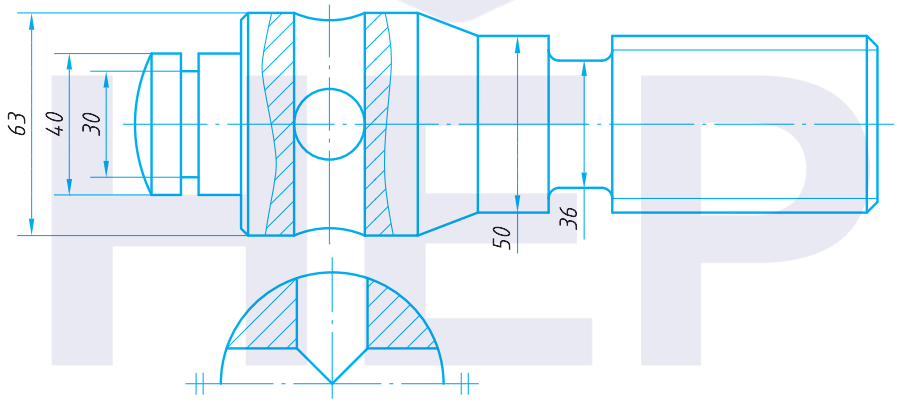
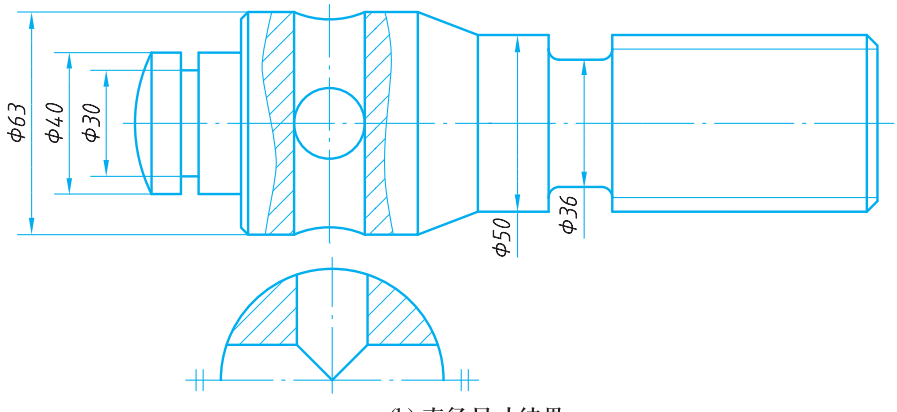


图 4-52　绘制剖面线结果

打开捕捉模式。在【注释】工具栏上单击【线性】按钮，分别标注如图 4-53a 所示的径向的



(a) 径向的线性尺寸



(b) 直径尺寸结果

图 4-53　标注直径

线性尺寸。在命令行输入“DED”，按空格键，输入“N”，按空格键，接着在文本框中输入“%%C”，在文本框外单击，分别选择刚创建的所有线性尺寸，直径尺寸结果如图 4-53b 所示。

继续标注轴向的长度尺寸，如图 4-54 所示。

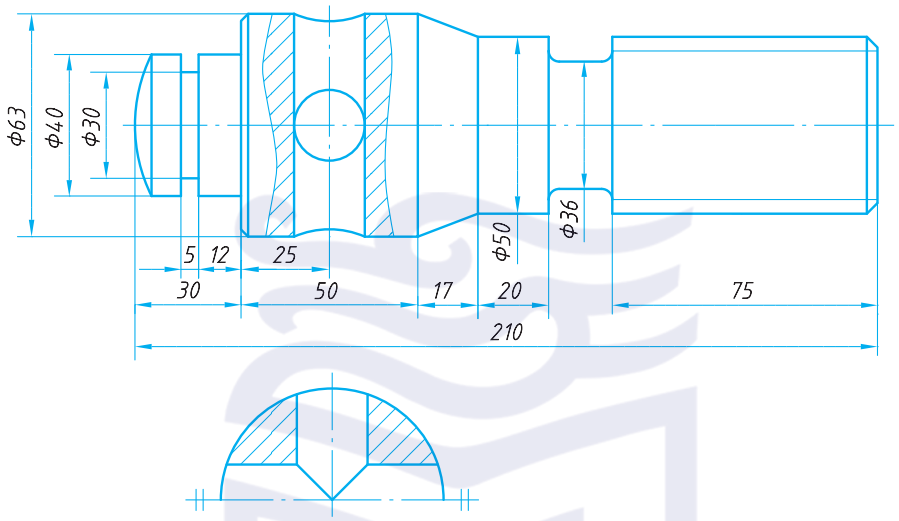


图 4-54　长度尺寸

在【注释】工具栏上单击【半径】按钮，选择视图最左侧圆弧，输入“M”，按空格键，在系统弹出的文本输入框中默认“*R*45”的尺寸数字前输入“*S*”。在【文字格式】对话框上单击【确定】按钮，移动尺寸文本到合适位置单击，标注球面半径结果如图 4-55 所示。

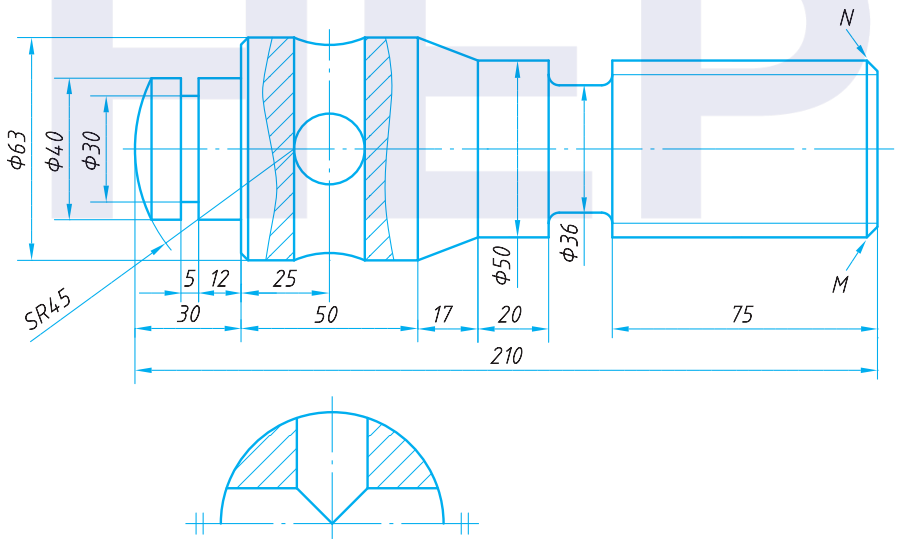


图 4-55　标注球面半径结果

在【注释】工具栏上单击【线性】按钮，选择如图 4-55 所示的 *N*、*M* 两点，向左移动光标，输入“M”，按空格键。系统打开【文字格式】对话框，系统默认文字输入位置在“50”的前

面，直接将原来的文字删除，再输入“B50×8-7e”，在【文字格式】对话框上单击【确定】按钮，移动尺寸文本到合适位置单击，标注极限偏差结果如图 4-56 所示。

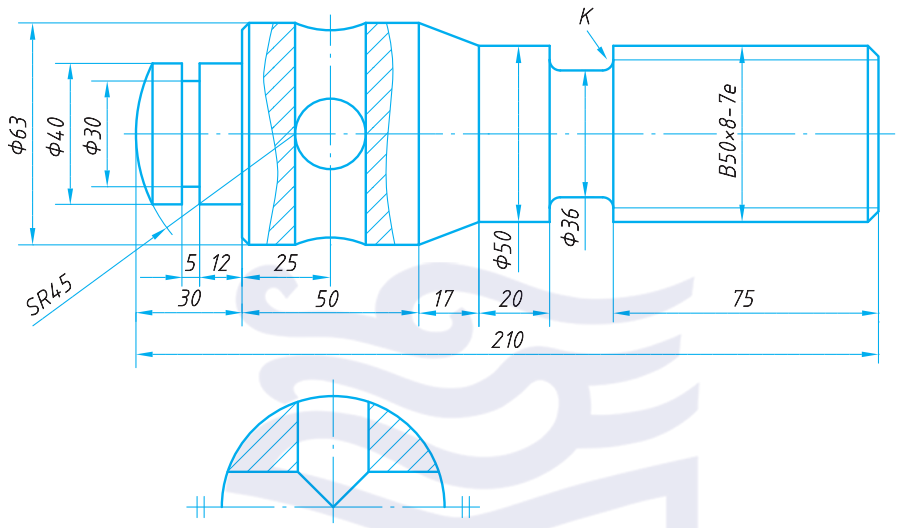


图 4-56　标注极限偏差结果

在菜单栏选择【标注】→【引线】命令，在如图 4-56 箭头所指的 *K* 点单击，向左上角移动光标并单击，输入“*R*3”，单击 按钮。继续通过【注释】选项卡，在【引线】工具栏上单击【多重引线】按钮，选择另一侧的“*R*3”圆弧，并将光标移动至刚才所创建引线的拐角点，单击 按钮。标注引线结果如图 4-57 所示。

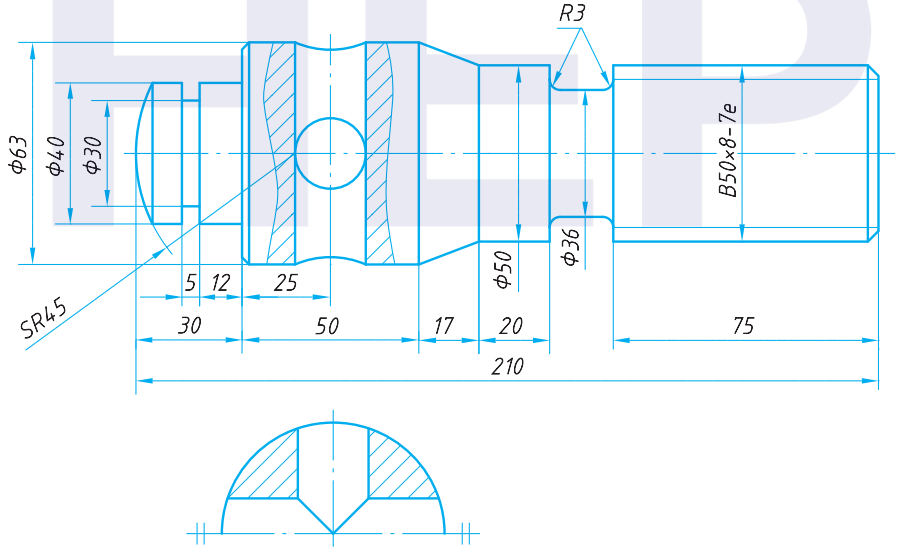


图 4-57　标注引线结果

参照相同的方法，创建 *C*2 和 *C*3 引线，如图 4-58 所示。

在菜单栏选择【格式】→【文字样式】命令，系统弹出【文字样式】对话框，当前文字样式的名称为“Standard”。勾选【使用大字体】选项，在【字体】选项组的【SHX 字体】下拉列表中选择

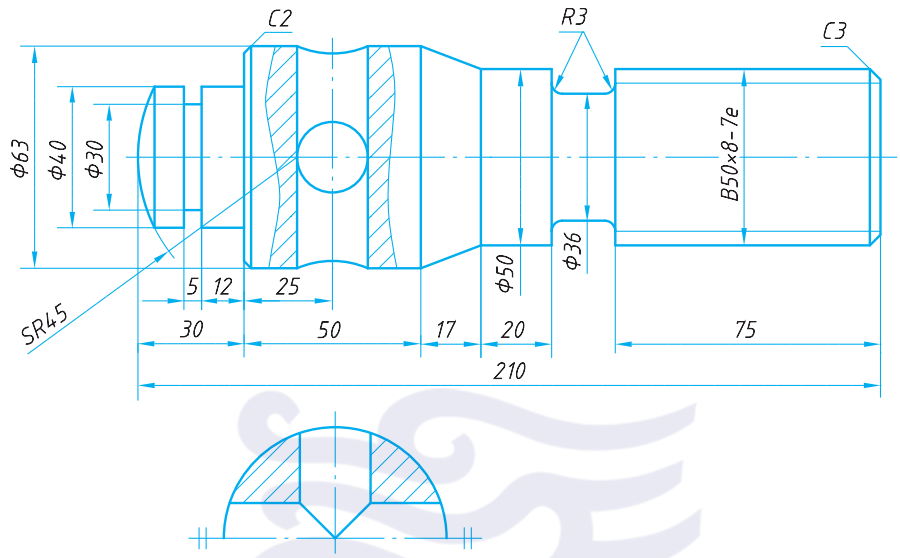


图 4-58　创建 C2 和 C3 引线

“gbeitc. shx”字体，在【大字体】下拉列表中选择“gbcbig. shx”字体，设置【图纸文字高度】为“5. 0”。其他参数默认，单击【确定】按钮完成文字样式的设置。

在【注释】工具栏上单击【多行文字】按钮 A 多行文字，在绘图区适当位置单击，在对角位置单击，系统弹出【文字格式】对话框，输入文字“技术要求：1. 未标注圆角为 R3。2. 调质处理，硬度为 220~240HBW。”，单击【确定】按钮，标注结果如图 4-59 所示。至此任务完成。

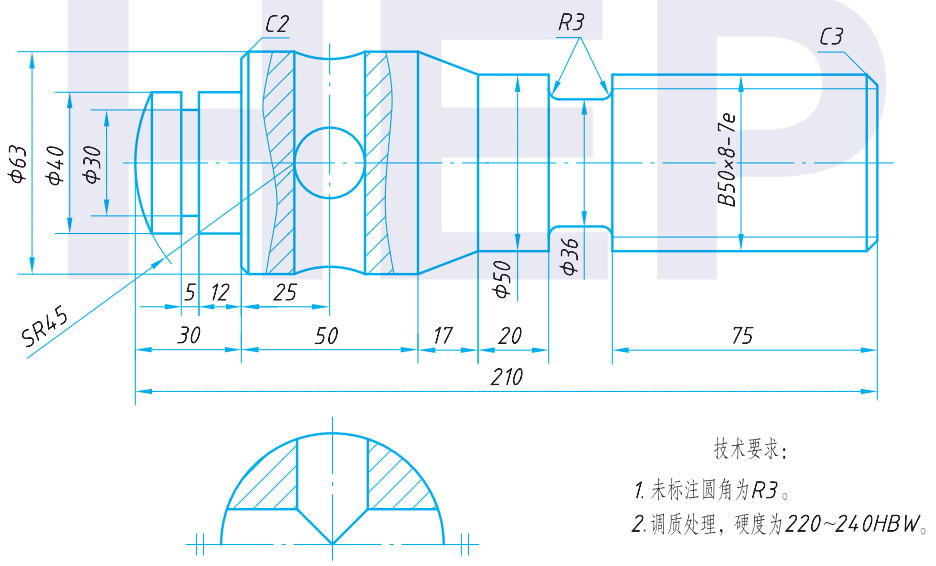


图 4-59　标注结果

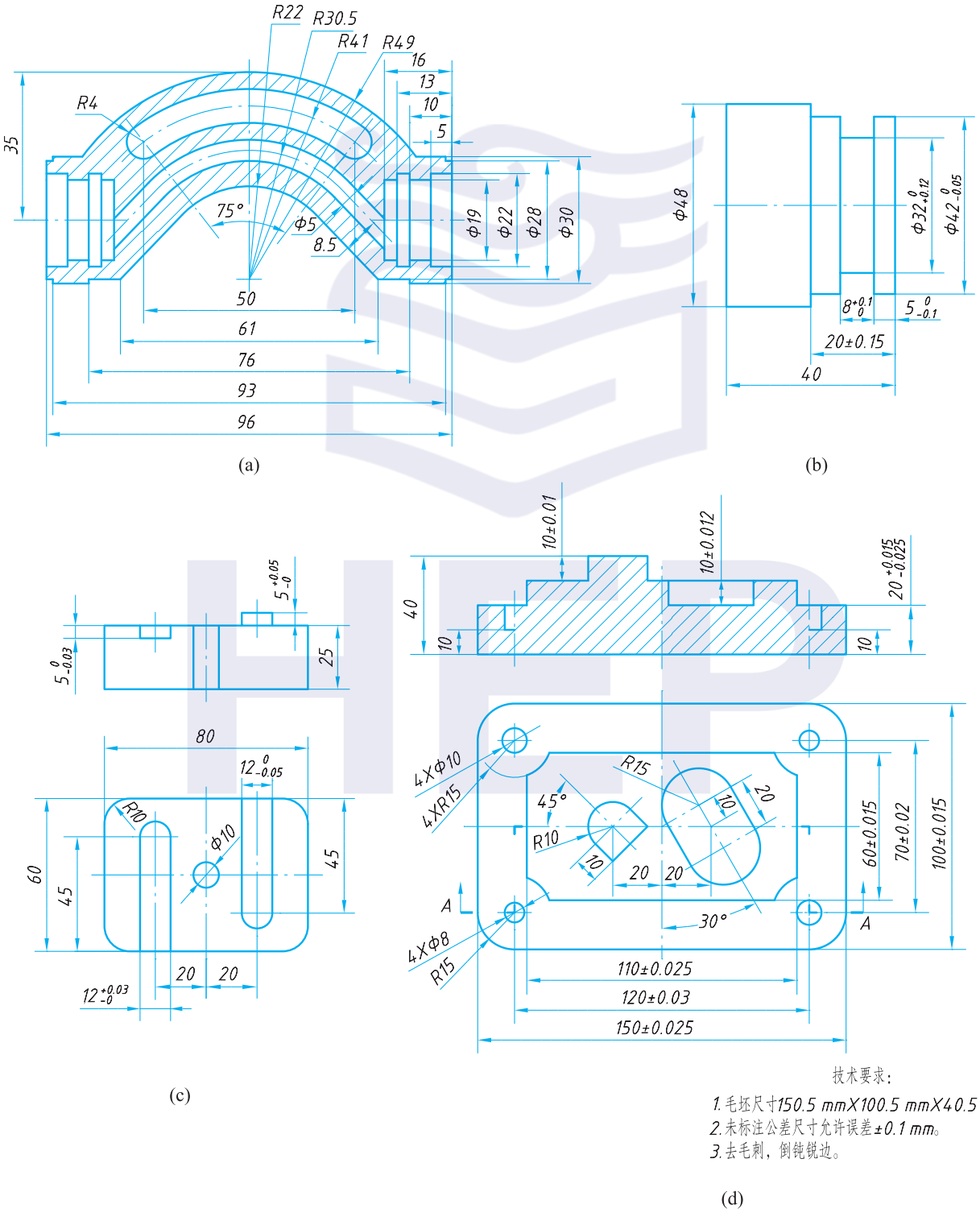
任务总结

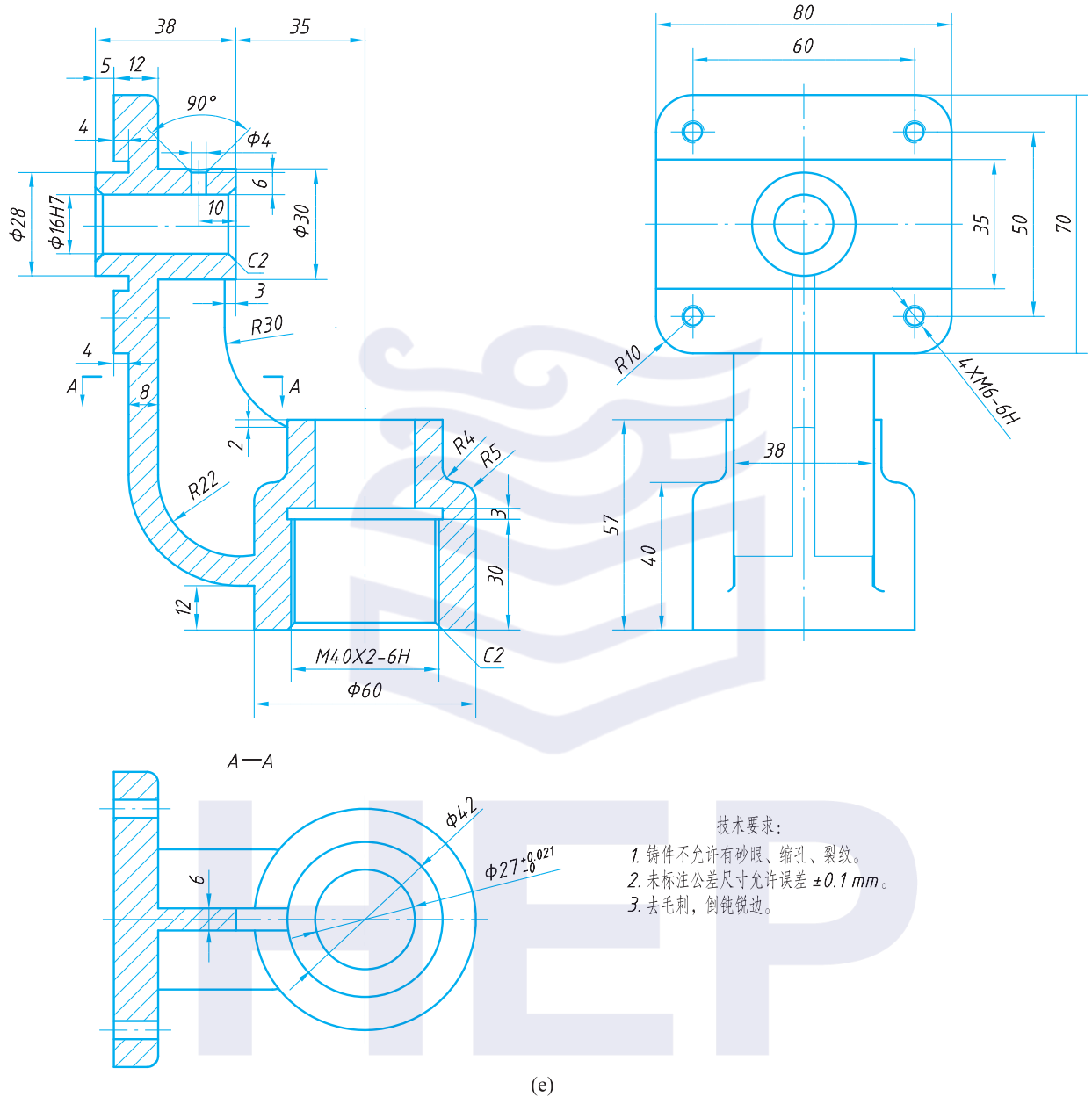
本任务主要学习了尺寸公差、特殊符号、剖面线、文字样式及文字注释的创建方法。使用尺寸编辑功能可快速添加直径符号。对于尺寸编辑命令，用户需要多加练习，提高对其的理解

与应用能力。

提高练习

根据图 4-60 所示尺寸标注以 1∶1 的绘图比例进行抄绘，并标注尺寸。





(e)

图 4-60　提高练习图

任务 3　标注旋转螺母 >>>

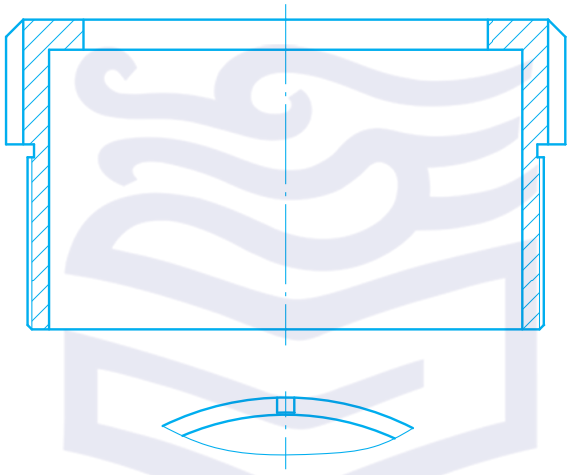
任务目标

- 能根据要求绘制基准符号。
- 能根据要求标注几何公差。

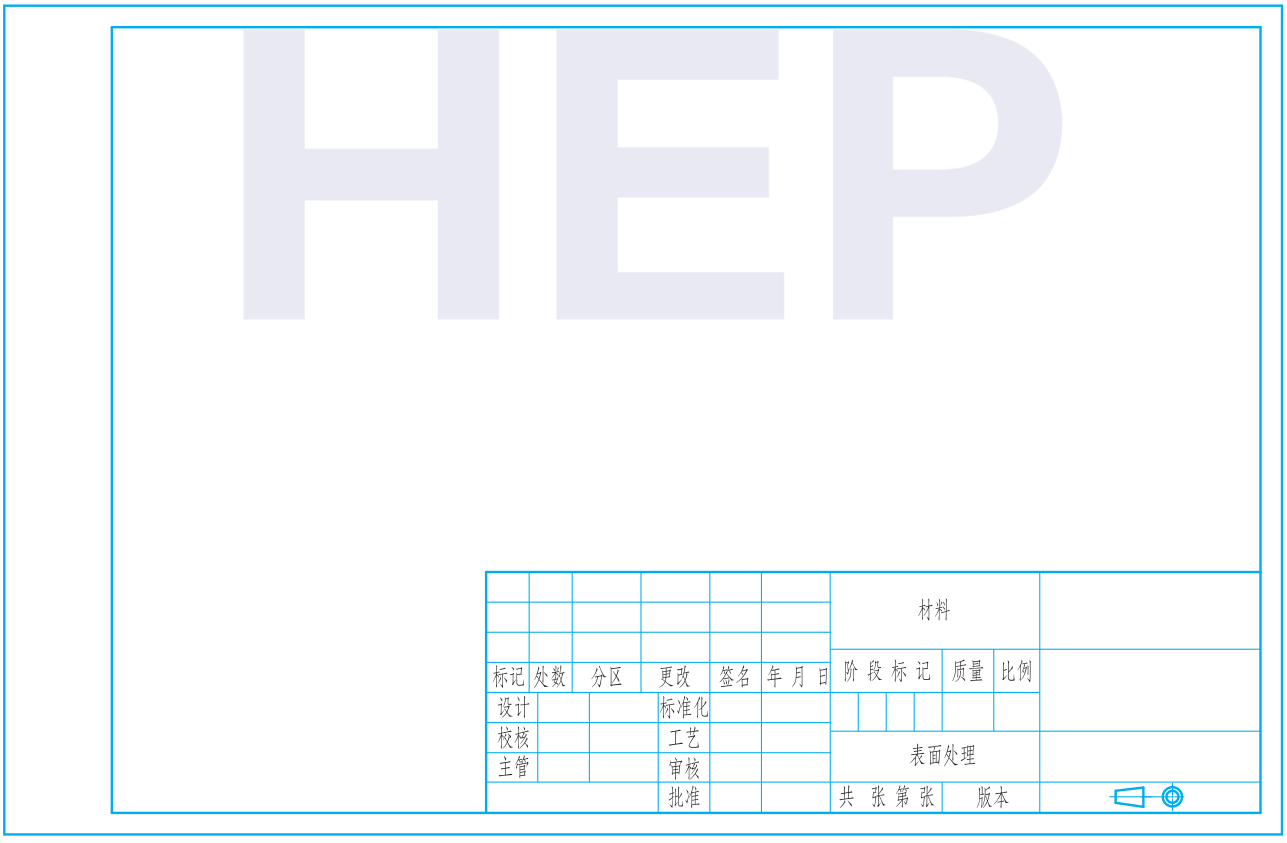
➢ 能创建和使用内部块和外部块。

任务导入

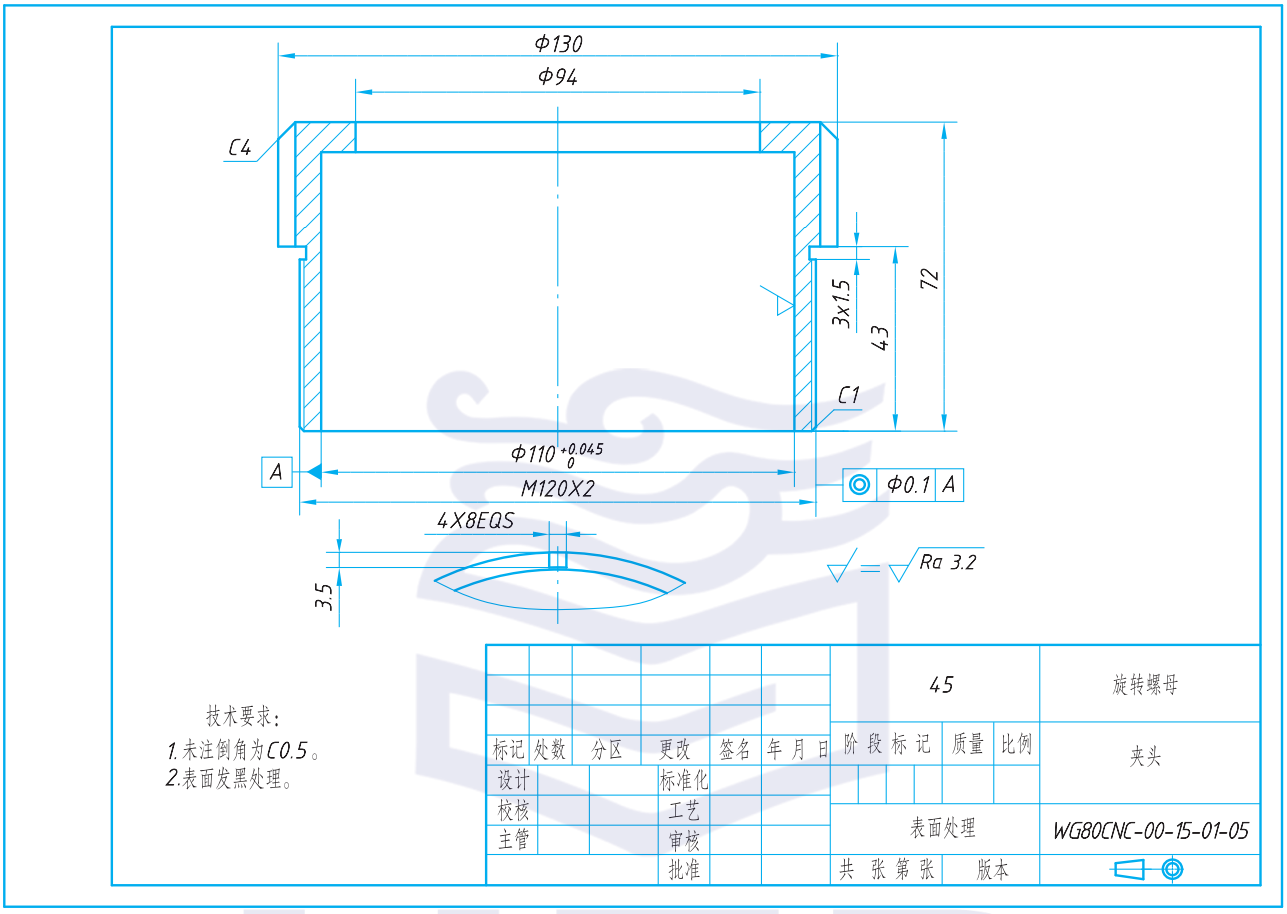
根据本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 3”文件夹中的“旋转螺母 . dwg”和“外部块源——A4 图框 . dwg”文件，对旋转螺母进行标注后，将所提供的“外部块源——A4 图框 . dwg”文件作为外部块，并融合为一张 A4 图样，图样结果如图 4-61c 所示。



(a) 旋转螺母.dwg



(b) 外部块源——A4图框.dwg



(c) 图样结果

图 4-61 旋转螺母图样

任务分析

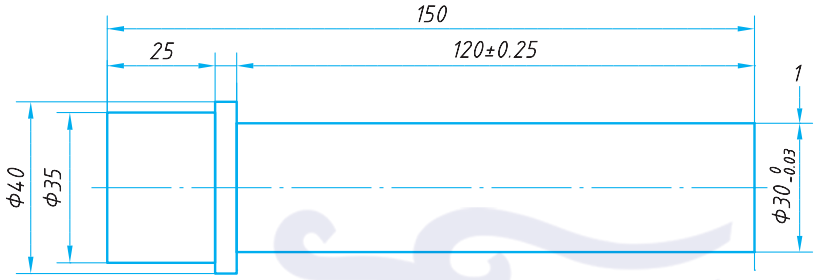
该旋转螺母主体为“ϕ130”螺母,由剖视图的主视图和局部俯视图来反映零件的结构,除了需进行尺寸标注外,还需要绘制基准、几何公差,以及创建内部块和外部块。绘制时可先参照图 4-61c 所示的标注结果进行标注和注释,然后分别进行表面粗糙度内部块和 A4 图框外部块的创建,最后进行组合。

知识准备

1. 标注几何公差

几何公差旧称形位公差,AutoCAD 软件中仍用形位公差的名称,本书按软件中的名词介绍,读者应明确二者关系。任何零件都是由点、线、面构成的,这些点、线、面称为要素。机械加工后零件的实际要素相对于理想要素总有误差,包括形状误差和位置误差,如平行度误差、垂直度误差、平面度误差等。这类误差影响机械产品的性能,设计时应规定相应的公差并按规定的符号标注在图样上。

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 3”文件夹中的“形位公差 . dwg”文件，如图 4-62a 所示。绘制如图 4-62b 所示的 *A* 基准符号，其中字母 *A* 字高为 4 mm，倾斜 15°。



(a) 形位公差.dwg　　(b) *A*基准符号

图 4-62　绘制形位公差

通过移动方式将刚绘制的 *A* 基准符号移至如图 4-62a 箭头 1 所指的位置，移动结果如图 4-63 所示。

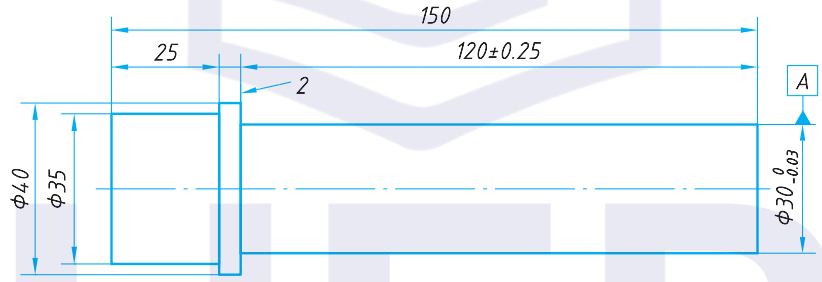


图 4-63　移动结果

在菜单栏选择【标注】→【多重标注】命令，选择如图 4-63 箭头 2 所指的线段中点，向左移动光标，系统弹出【文字编辑器】选项卡，由于这里不添加文字注释，因此直接单击 ✔ 按钮。绘制引线结果如图 4-64 所示。

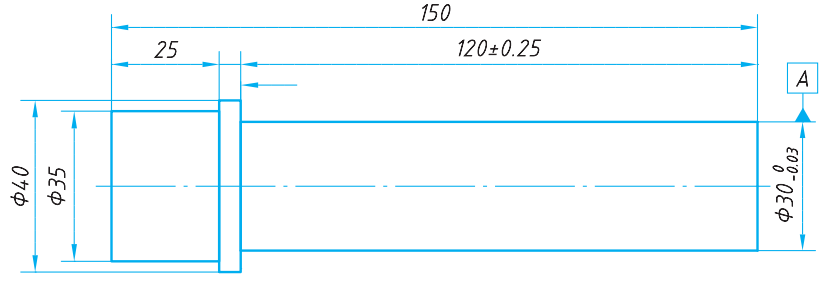


图 4-64　绘制引线结果

在菜单栏选择【标注】→【公差】命令，系统弹出【形位公差】对话框，参数设置如图 4-65 所示。

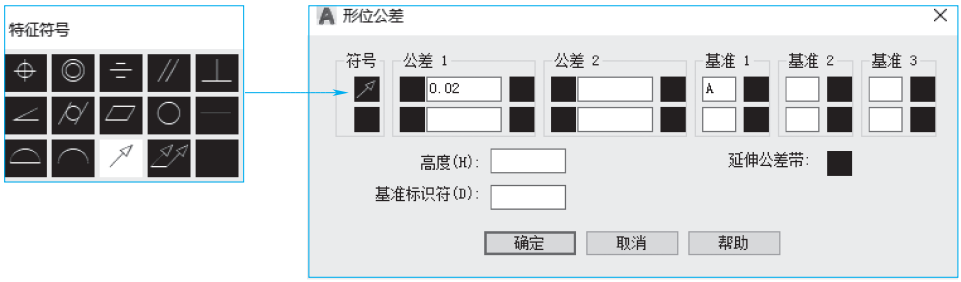


图 4-65　【形位公差】对话框参数设置

单击【确定】按钮，捕捉如图 4-64 所示箭头引线的端点为放置位置，标注形位公差结果如图 4-66 所示。

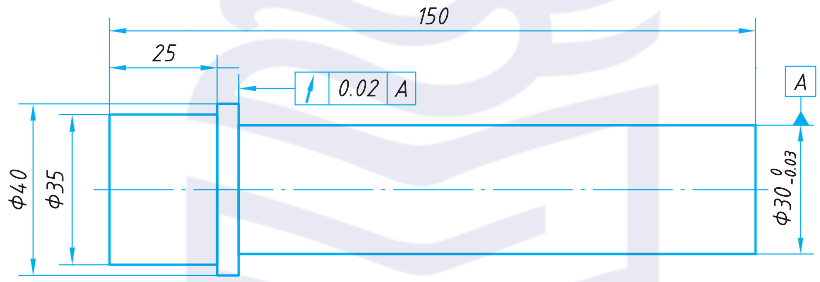


图 4-66　标注形位公差结果

2. 创建块

在图形绘制中经常遇到一些重复使用的图形（如螺钉等标准件的专用图形符号、表面粗糙度、技术要求等），如果每次都绘制，则需要做大量重复的工作。在 AutoCAD 中可将这些对象定义成块，然后作为图形对象插入到指定的位置。其中，块是一个或多个对象组成的对象集合。

2.1　创建内部块

在图形中创建的块为内部块，通过在图形中定义块，可根据需要多次插入块参照，利用这种方法可快速创建块。

这里介绍表面粗糙度图形符号内部块的创建方法。首先绘制如图 4-67 所示的表面粗糙度图形符号，绘制时，可以先随意绘制一个正三角形，然后使用缩放命令对正三角形的高以“参照长度”的形式缩放至 5 mm，然后再根据图 4-67 所示的其他尺寸绘制即可。

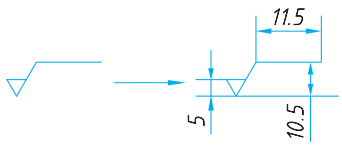


图 4-67　粗糙度外形

在菜单栏选择【绘图】→【块】→【定义属性】命令，系统弹出【定义块属性】对话框，如图 4-68 所示，在【属性】标签栏的【标记】文本框中输入“*Ra*”。在【提示】文本框中输入“请输入表面粗糙度值”，其他参数默认，单击【确定】按钮。

此时系统显示“*Ra*”的标记，移动标记到如图 4-69 所示的位置单击。

图 4-68　【定义块属性】对话框

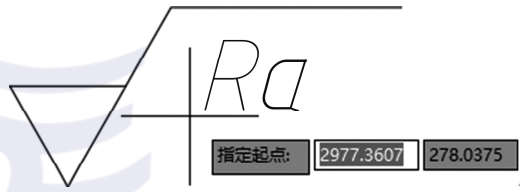


图 4-69　标记位置

在菜单栏选择【绘图】→【块】→【创建】命令，系统弹出【块定义】对话框，如图 4-70 所示，在【名称】下拉列表中输入“表面粗糙度”。

图 4-70　【块定义】对话框

技术指导

用户可直接通过在菜单栏选择【绘图】→【块】→【创建】命令，创建内部块，即通过如图 4-70 所示的【块定义】对话框进行创建。

单击【基点】标签的【拾取点】按钮，选择如图 4-69 所示三角形标记的最低点作为基点为将来插入块的基准点。系统返回【块定义】对话框，单击【对象】选项组的【选择对象】按钮，窗选如图 4-69 所示的标记符号，按空格键。系统返回【块定义】对话框，其他参数默认，单击【确定】按钮。

技术指导

在定义块的基点时一般选择图形块的几何中心或一些特殊的边界端点，以利于放置。

系统弹出【编辑属性】对话框，如图 4-71 所示，在【表面粗糙度】的文本框中输入“*Ra*”。单击【确定】按钮，即可完成表面粗糙度图形符号内部块的创建。

在菜单栏选择【插入】→【块选项板】命令，系统在右下角弹出【块】对话框，如图 4-72 所示，系统自动显示【当前图形】选项，在刚创建的表面粗糙度图形符号上单击右键选择【插入】选项。在如图 4-73 所示长度尺寸“25”箭头左端的位置单击，输入旋转角度“90”，系统弹出【编辑属性】对话框，输入“3.2”，单击【确定】按钮，标注结果如图 4-73 所示。

图 4-71　【编辑属性】对话框

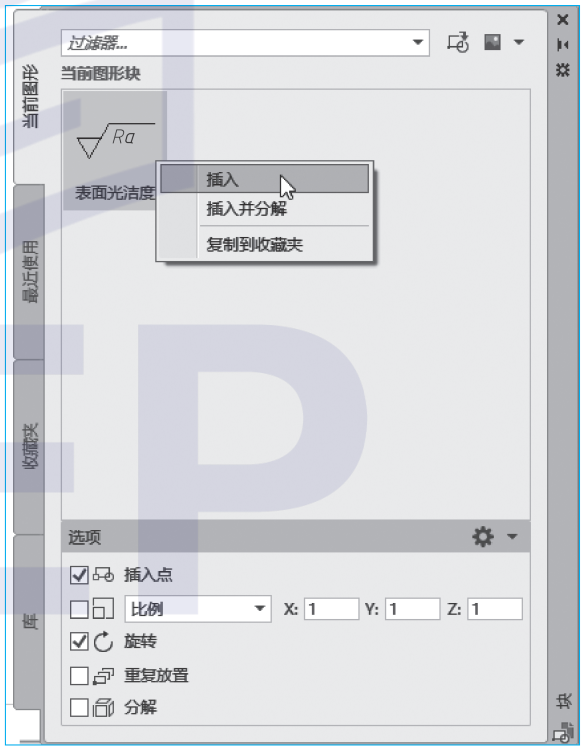


图 4-72　【块】对话框

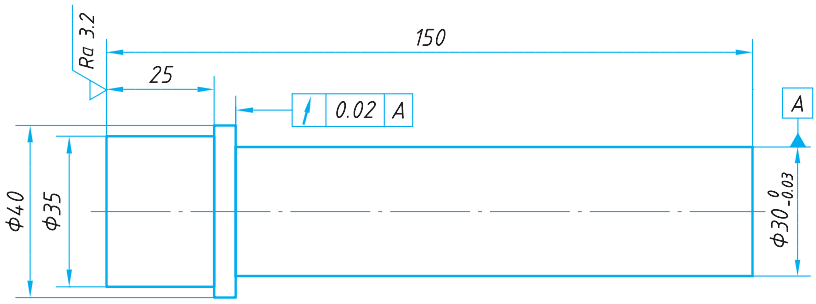


图 4-73　标注结果

技术指导

若不需要作其他的旋转处理，可直接拖动所需要插入的块到指定的位置。若需要对块进行分解，可在如图 4-72 所示的快捷菜单中选择【插入并分解】或插入后再使用【分解】命令。

2.2　创建外部块

用户可将创建的图样保存为块插入到其他的图形中，这种具有特殊作用的图形块可作为单独的图形文件保存到指定的文件夹中，作为块定义源，特别适用于重复使用的场合，有利于管理和编辑。

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 3”文件中的“U 形 . dwg”文件，如图 4-74 所示。

在命令栏输入“W”，按空格键，系统弹出【写块】对话框，如图 4-75 所示，在【文件名和路径】栏中将原来的“新块”修改为“帽子”。在【基点】选项栏单击【拾取点】按钮，选择如图 4-74 箭头 *M* 所指的线的中点作为基点，为将来插入图形块的基准点。系统返回【写块】对话框，在【对象】选项栏单击【选择对象】按钮，窗选如图 4-74 箭头 *M* 所指的整个图形，按空格键。系统返回【写块】对话框，其他参数默认，单击【确定】按钮，即可完成外部块的创建。

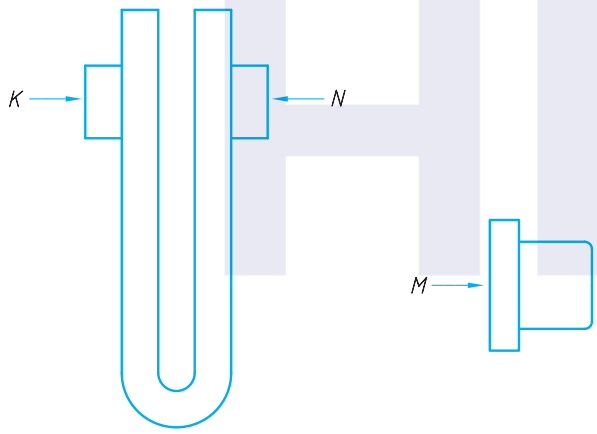


图 4-74　U 形 . dwg

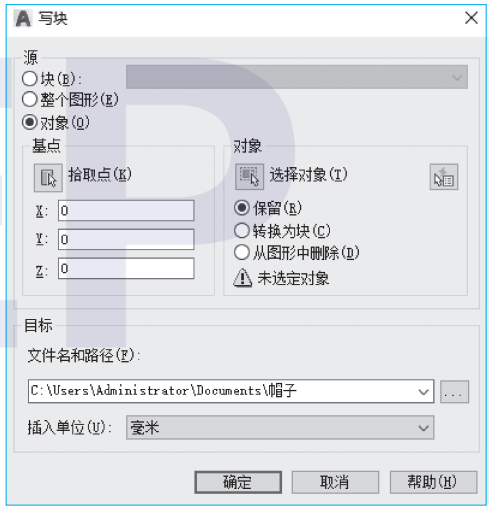


图 4-75　【写块】对话框

在菜单栏选择【插入】→【块选项板】命令，系统在右下角弹出【块】对话框，系统自动显示【当前图形】选项，在刚创建的图形上单击右键选择【插入】选项，在如图 4-74 箭头 *K* 所指的位置单击，输入旋转角度“180”。接着直接拖动图形在如图 4-74 箭头 *N* 所指的位置单击，插入结果如图 4-76 所示。

3. 编辑块

通过编辑块命令可对已创建的块进行编辑修改，经修改后，相关联的块都将发现改变，保

持与修改后的块相一致。

在菜单栏选择【插入】→【块定义】→【块编辑器】命令，系统弹出【编辑块定义】对话框，如图 4-77 所示，选择“帽子”作为编辑修改的块，单击【确定】按钮。

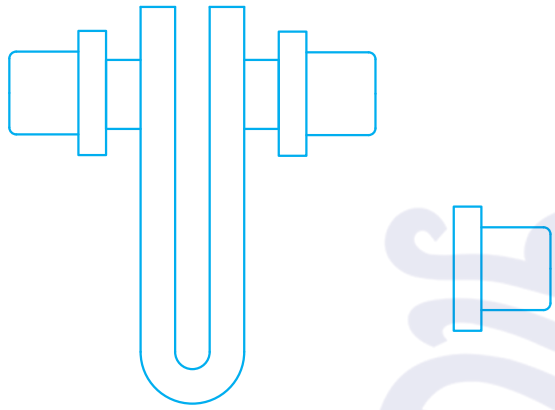


图 4-76　插入结果

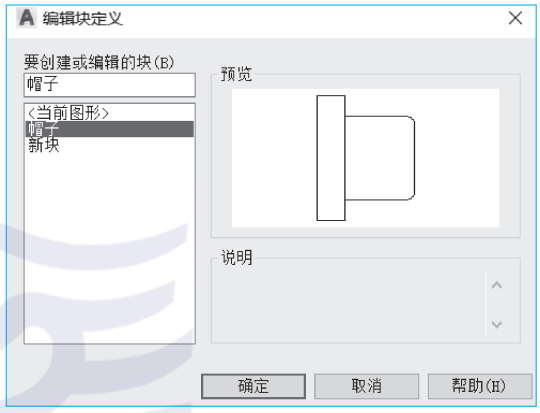


图 4-77　【编辑块定义】对话框

系统打开“帽子”块编辑器，将“帽子”的右端修改为如图 4-78 所示的外形。

在块编辑器单击【确定】按钮，系统弹出询问对话框，选择【将更改保存到帽子】选项，如图 4-79 所示。

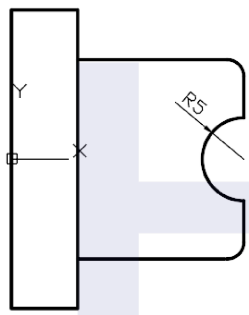


图 4-78　修改外形

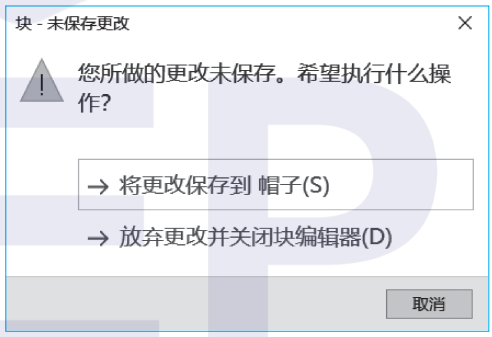


图 4-79　选择【将更改保存到帽子】选项

编辑结果如图 4-80 所示。

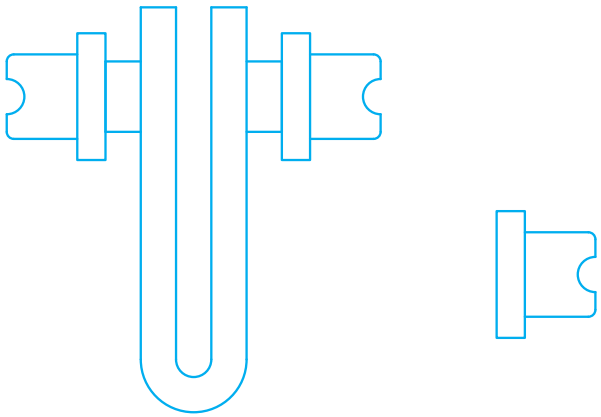
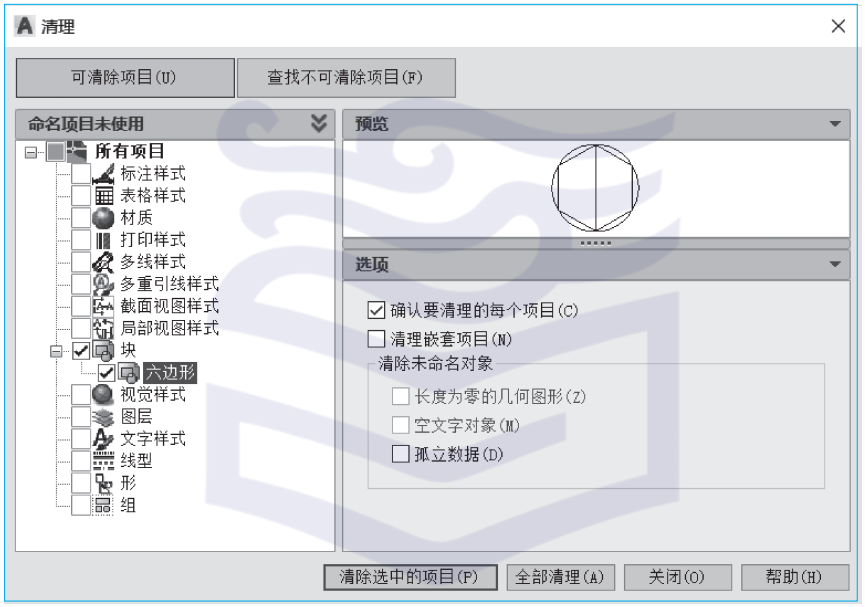


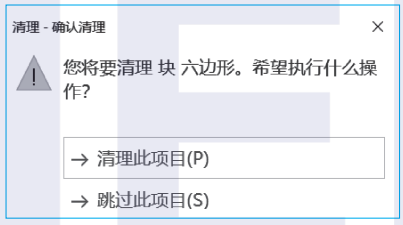
图 4-80　编辑结果

4. 删除块

当用户需要删除已创建的块时可在菜单栏选择【文件】→【图形实用工具】→【清理】命令，系统弹出【清理】对话框，如图 4-81a 所示，在【块】选项中选择名称为“六边形”的块。单击【清除选中的项目】按钮，即可将名称为“六边形”的块删除。系统弹出询问对话框，选择【清理此项目】选项，如图 4-81b 所示。



(a)【清理】对话框



(b)【清理此项目】选项

图 4-81　删除块

技术指导

在【清理】对话框中，可以看到除了能对块进行清理外，还可以对标注样式、图层、文字样式等进行清理。

任务实施

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 3”文件夹中的“旋转螺母 . dwg”文件，接着对其进行公称尺寸和公差的标注，标注结果如图 4-82 所示。

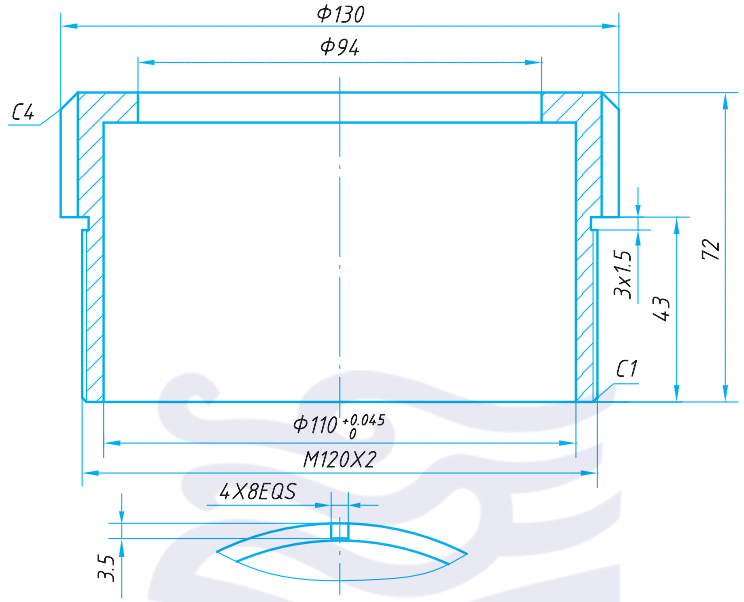
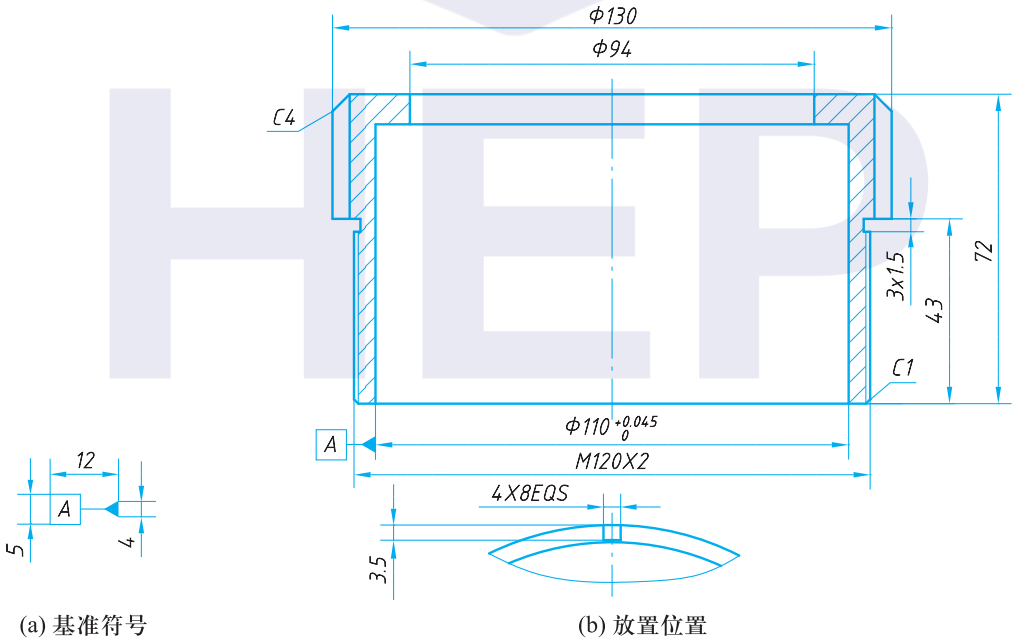


图 4-82　标注结果

绘制如图 4-83a 所示的基准符号，文字“*A*”放置在正方形的中心，接着将其放置至如图 4-83b 所示的位置，注意三角形左侧的横线应与右侧的尺寸线对齐。



(a) 基准符号　　(b) 放置位置

图 4-83　创建基准符号

选择【多重标注】命令，在如图 4-83b 所示的“M120×2”右侧绘制引线。在菜单栏选择【标注】→【公差】命令，系统弹出【形位公差】对话框，如图 4-84 所示，完成参数设置，单击【确定】按钮。

将形位公差移至刚创建的引线处单击，创建形位公差如图 4-85 所示。

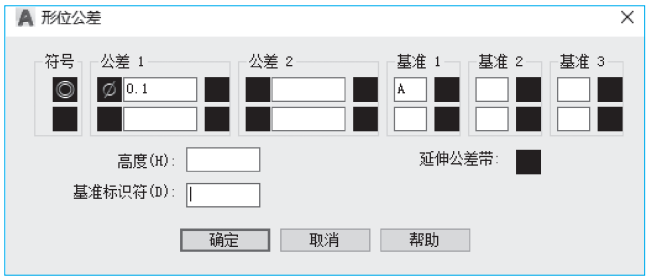


图 4-84　【形位公差】对话框

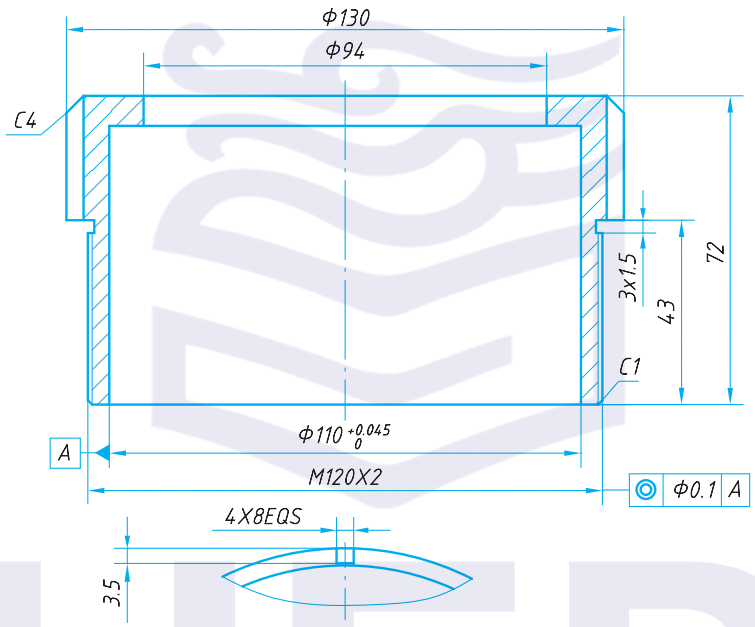


图 4-85　创建形位公差

参照创建内部块的方法创建表面粗糙度图形符号块，并进行标注，标注结果如图 4-86 所示。

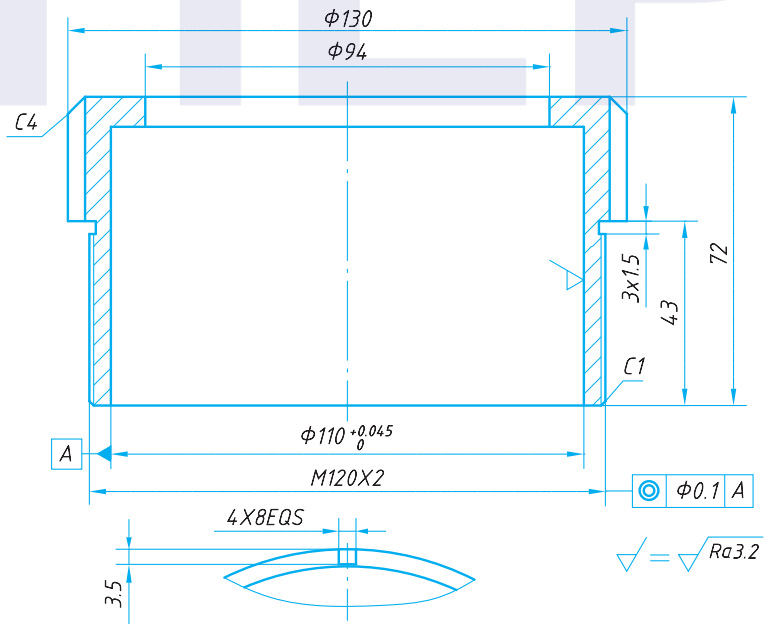


图 4-86　标注结果

打开本书配套资源包中的“素材/模块四　尺寸标注与文字注释/任务 3”文件夹中的“外部块源——A4 图框 . dwg”文件。在命令栏输入“W”，按空格键，系统弹出【写块】对话框，在【文件名和路径】栏中将原来的“新块”修改为“A4 图框”，如图 4-61b 所示。在【基点】选项栏单击【拾取点】按钮，选择 A4 图框矩形右下角的顶点作为基点。系统返回【写块】对话框，在【对象】选项栏单击【选择对象】按钮，窗选整个图形，按空格键。系统返回【写块】对话框，其他参数默认，单击【确定】按钮。

关闭“外部块源——A4 图框”工作窗口，将当前的工作窗口切换为“旋转螺母”窗口。在菜单栏选择【插入】→【块选项板】命令，系统在右下角弹出【块】对话框，打开【最近使用】选项，在刚创建的“A4 图框”图标中单击右键，选择【插入并分解】选项，如图 4-87 所示。

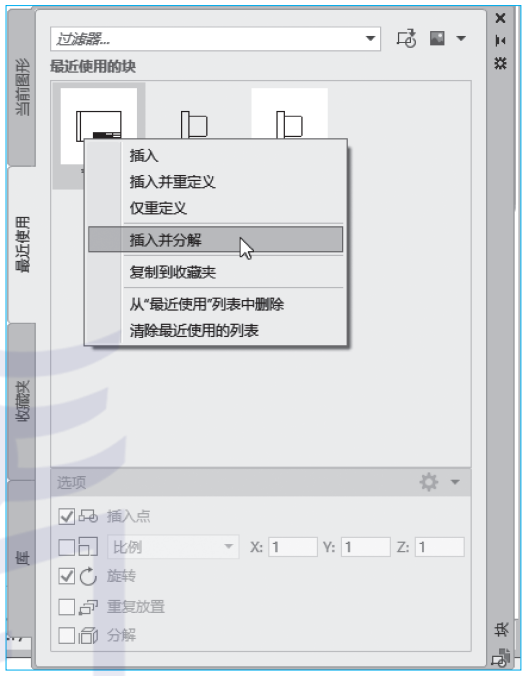


图 4-87　选择【插入并分解】选项

技术指导

此处选择了在插入块的过程中将图形进行分解主要是考虑到接下来还需要对图框的内容进行修改，用户也可以在插入后再单独进行分解。

移动整个图框到合适的位置单击，默认旋转角度为“0”，按空格键，插入结果如图 4-88 所示。

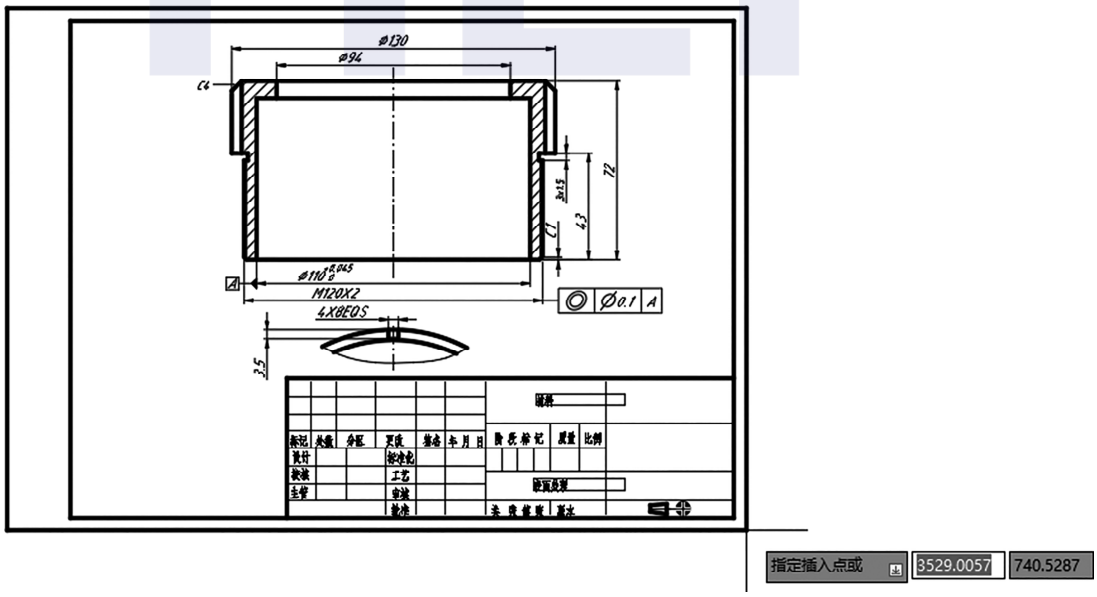


图 4-88　插入结果

在注释工具栏上单击【多行文字】按钮 A 多行文字，在 A4 图框明细栏的左侧单击并向右下角拖动光标以确定文字的放置位置，系统弹出【文字编辑器】选项卡，以及【文本输入】对话框，输入：

技术要求：

1. 未注倒角为 C0.5。

2. 表面发黑处理。

输入完成后单击 ✔ 按钮，旋转螺母图样如图 4-89 所示。至此任务已完成。

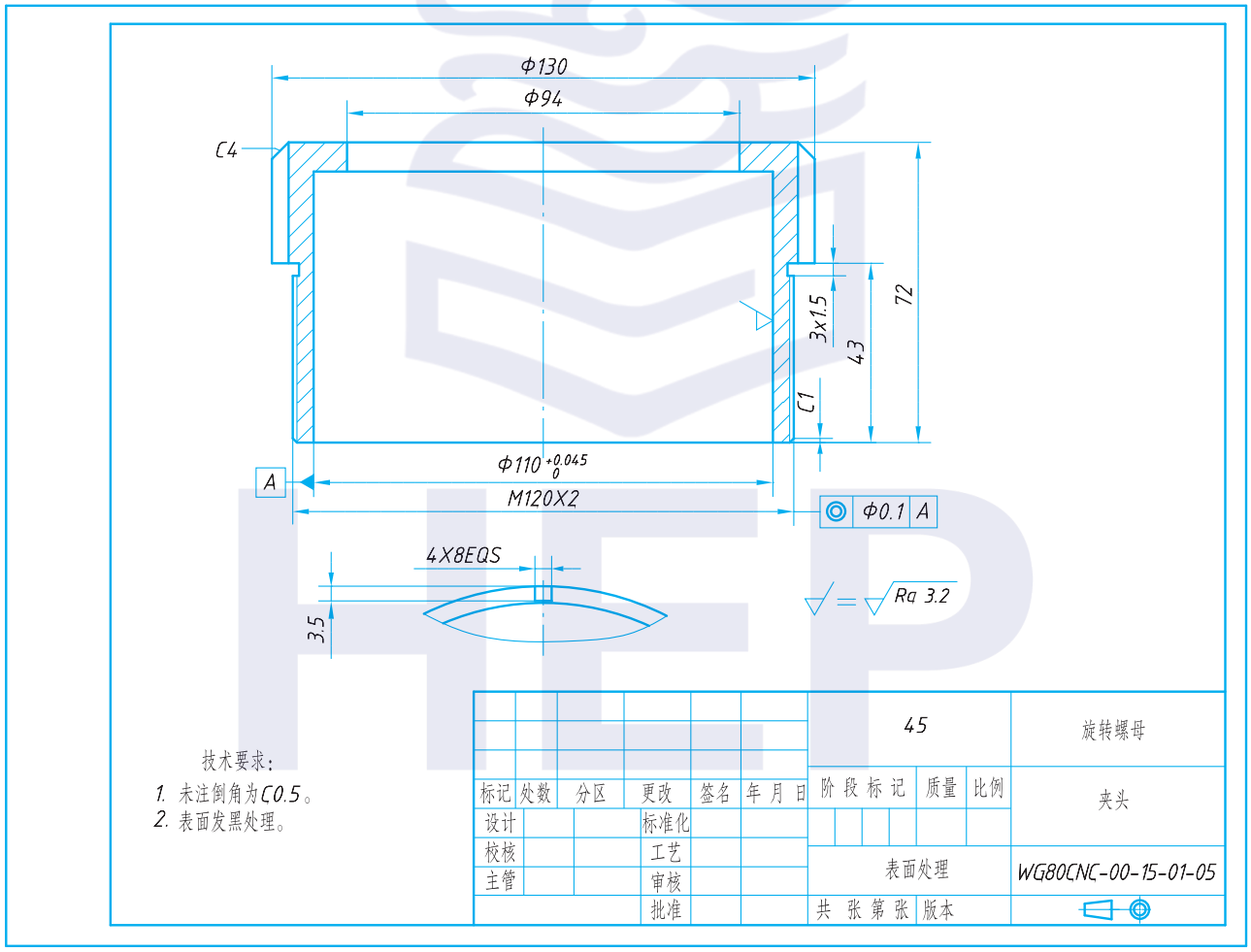


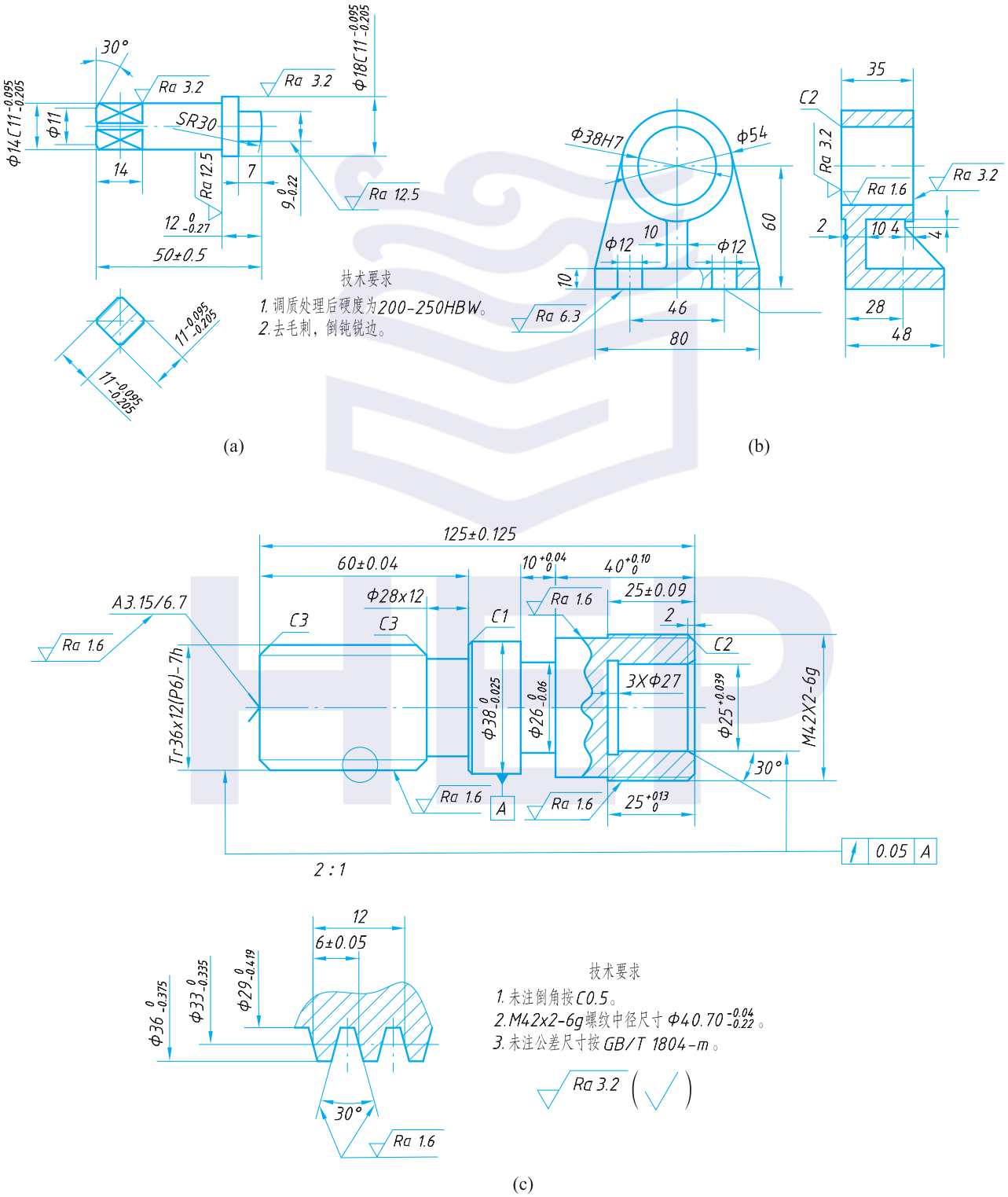
图 4-89　旋转螺母图样

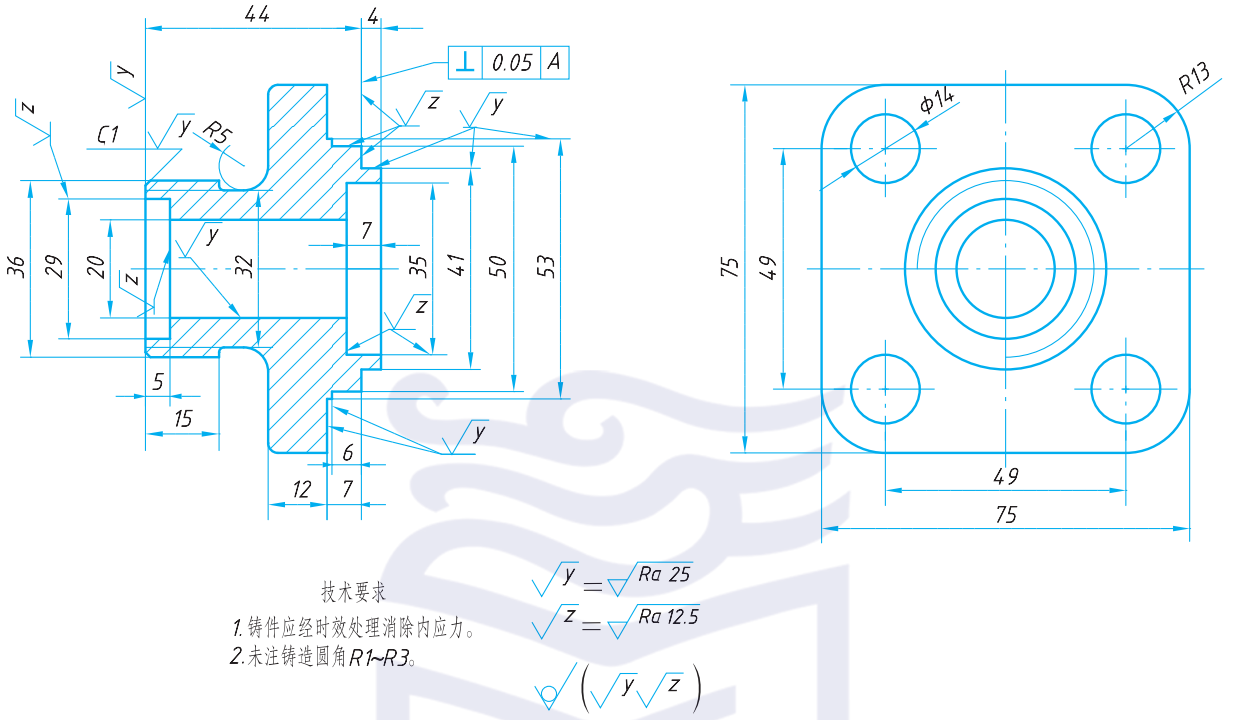
任务总结

本任务主要学习了基准符号、几何公差（形位公差）及块的创建方法和编辑方法。对于形位公差的相关知识用户可查阅关于公差的资料。块常用于高效创建重复图形，特别是一些标准图形，如螺母、统一的文本等，为后续的绘图工作带来方便。

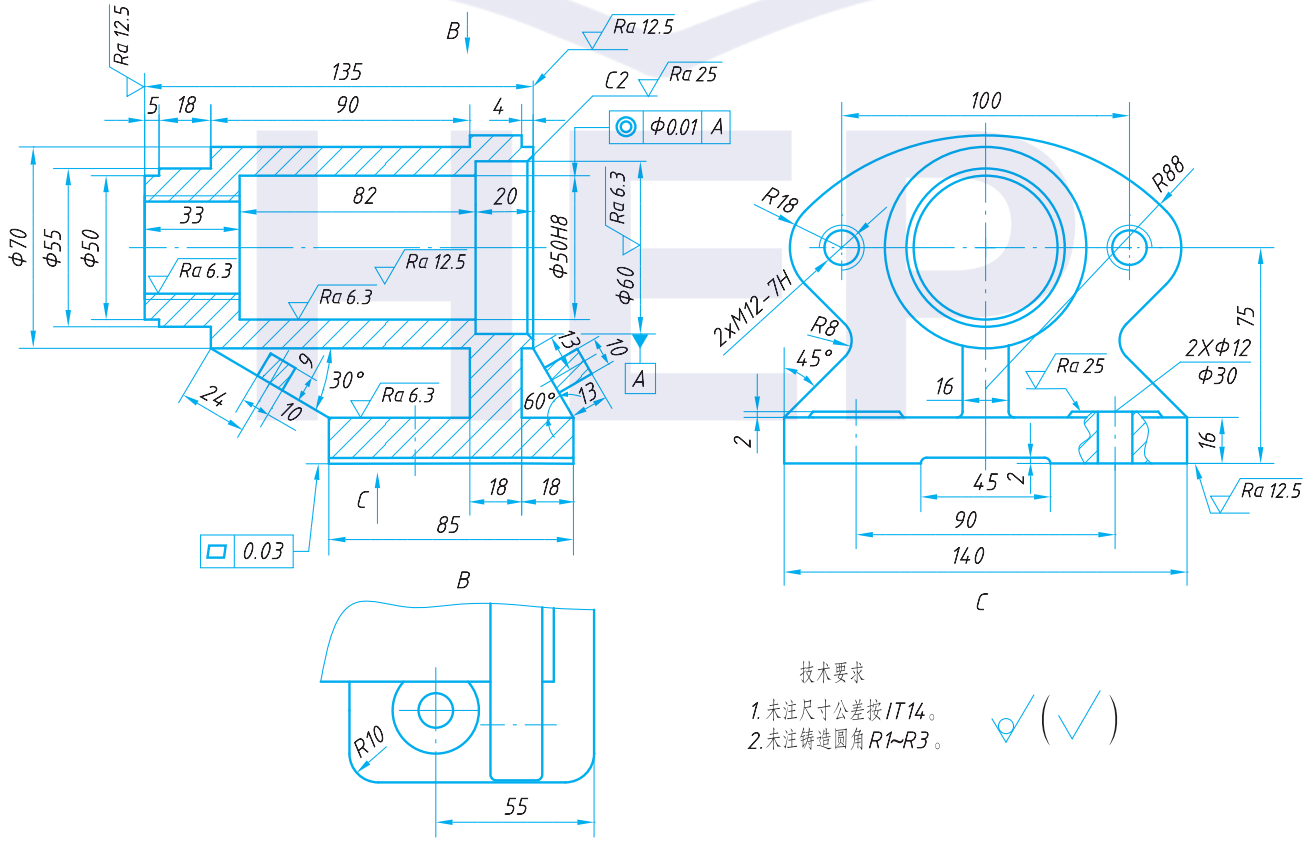
提高练习

根据图 4-90 所示尺寸标注以 1：1 的绘图比例进行抄绘，并按要求标注尺寸。





(d)



(e)

图 4-90　提高练习图

模块五

参数化绘图

参数化绘图是一项使用约束进行图形设计的技术，主要通过添加几何约束和尺寸约束来驱动图形的绘制。AutoCAD 软件中的约束命令可应用于二维几何图形的关联和限制，使绘图变得更加便捷。

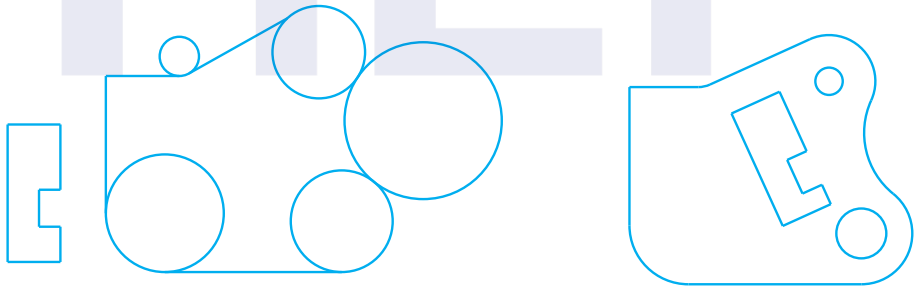
任务 1　绘制垫片 >>>

任务目标

- 能按照要求使用常见的几何约束命令来绘制指定的图样。
- 能通过对几何约束命令的运用来理解参数化绘图的意义。

任务导入

根据本书配套资源包中的“素材/模块五　参数化绘图/任务 1”文件夹中的“垫片 . dwg”文件，如图 5-1a 所示，通过添加几何约束编辑成如图 5-1b 所示的垫片图样。



(a) 垫片.dwg　　(b) 垫片图样

图 5-1　绘制垫片

任务分析

该图样为某零部件中的垫片。为使图形满足形状要求，通过对图形的分析，可利用固定、相切、水平、平行和相等等几何约束来控制图形的形状。

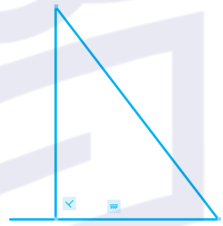
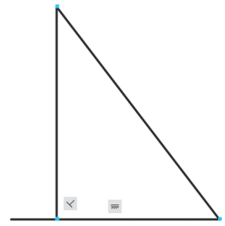
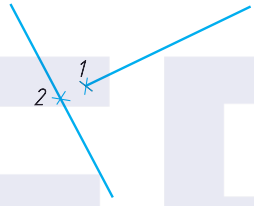
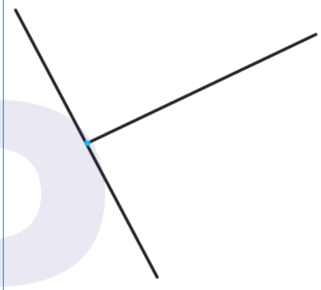
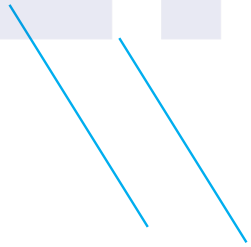
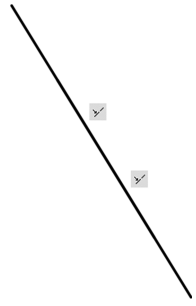
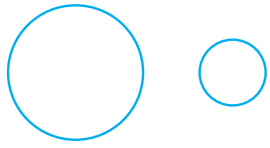
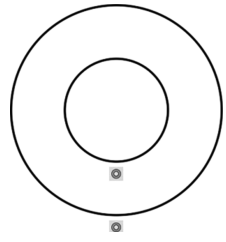
知识准备

1. 几何约束

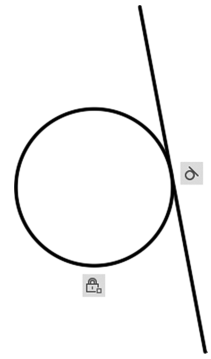
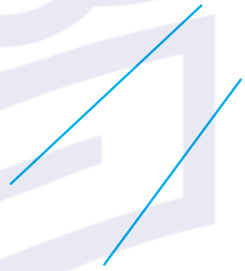
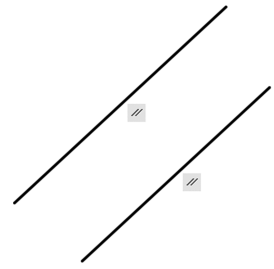
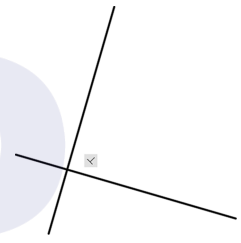
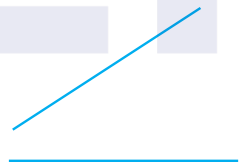
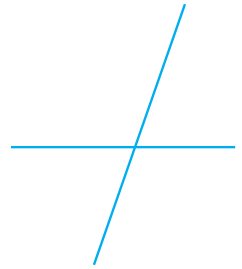
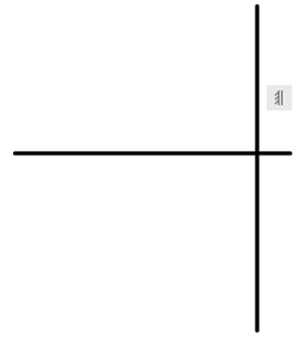
几何约束用于确定二维对象间或对象上各点间的几何关系，如平行、垂直、同心或重合等。例如，可添加平行约束使两条线段平行，添加重合约束使两端点重合。

通过【参数化】选项卡的【几何】面板中的工具可添加几何约束。几何约束工具按钮的功能和使用示例见表 5-1。

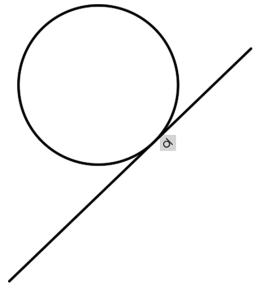
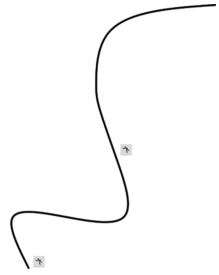
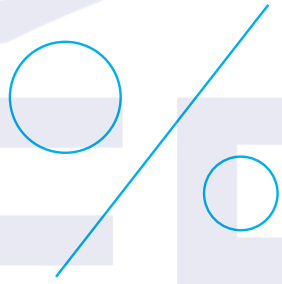
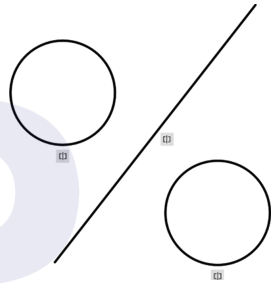
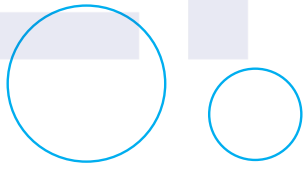
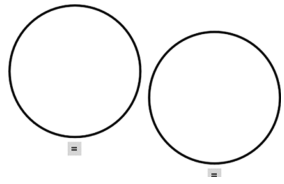
表 5-1　几何约束工具按钮的功能和使用示例

按钮图标	按钮名称	功能	使用示例	
			约束前	约束后
	自动约束	将多个几何约束应用于选定的对象		
	重合	约束两个点使其重合，或者约束一个点使其位于对象或对象延长部分的任意位置		
	共线	约束两条直线，使其位于同一无限长的直线上		
	同心	约束选定的圆、圆弧或椭圆，使其具有相同的圆心		

续表

按钮图标	按钮名称	功能	使用示例	
			约束前	约束后
	固定	约束一个点或一条曲线，使其固定在相对于世界坐标系的特定位置和方向上		
	平行	约束两条直线，使其具有相同的角度		
	垂直	约束两条直线或多段线，使其夹角始终保持 90°		
	水平	约束一条直线或一对点，使其与当前坐标系的 X 轴平行。对象上的第二个选定点与第一个选定点连线处于水平		
	竖直	约束一条直线或一对点，使其与当前坐标系的 Y 轴平行		

续表

按钮图标	按钮名称	功能	使用示例	
			约束前	约束后
	相切	约束两条曲线，使其彼此相切或其延长线彼此相切		
	平滑	约束一条样条曲线，使其与其他样条曲线、直线、圆弧或多段线彼此相连并保持连续性		
	对称	约束对象上的两条曲线或两个点，使其以选定直线为对称轴彼此对称		
	相等	约束两条直线或多段线，使其具有相同长度，或约束圆弧和圆，使其具有相同半径		

2. 常用的几何约束命令

2.1　重合约束

重合约束是通过约束两个点使其重合，或者约束一个点使其位于对象或对象延长部分的任意位置。

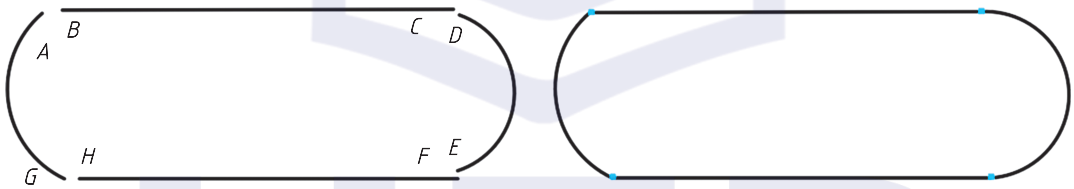
打开本书配套资源包中的“素材/模块五　参数化绘图/任务 1”文件夹中的“常用几何约束 . dwg”文件，如图 5-2a 所示。

在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【重合

约束】按钮 ⊥，系统提示：

命令：GCCOINCIDENT
选择第一个点或［对象(O)］[自动约束(A)]<对象>：　　//选择 *A* 点
选择第二个点或［对象(O)］<对象>：　　//选择 *B* 点
命令：　GCCOINCIDENT　　//按空格键
选择第一个点或［对象(O)/自动约束(A)］<对象>：　　//选择 *C* 点
选择第二个点或［对象(O)］<对象>：　　//选择 *D* 点
命令：　GCCOINCIDENT　　//按空格键
选择第一个点或［对象(O)/自动约束(A)］<对象>：　　//选择 *E* 点
选择第二个点或［对象(O)］<对象>：　　//选择 *F* 点
命令：　GCCOINCIDENT　　//按空格键
选择第一个点或［对象(O)/自动约束(A)］<对象>：　　//选择 *G* 点
选择第二个点或［对象(O)］<对象>：　　//选择 *H* 点

约束结果如图 5-2b 所示。



(a) 常用几何约束.dwg　　(b) 约束结果

图 5-2　重合约束

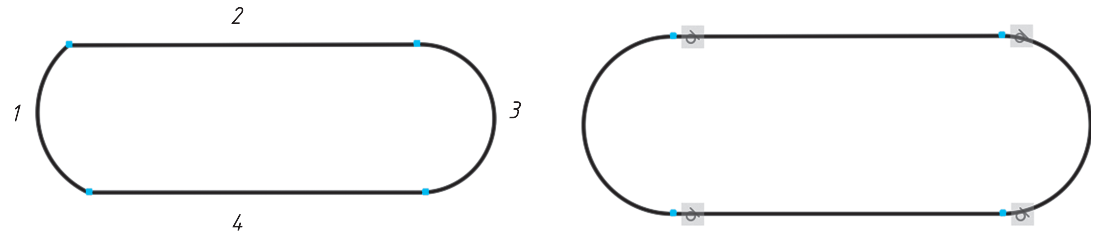
2.2　相切约束

相切约束是约束两条曲线，使其彼此相切或其延长线彼此相切。

在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【相切约束】按钮 ◠，系统提示：

命令：_GcTangent
选择第一个对象：　　//选择图 5-3a 中的圆弧 1
选择第二个对象：　　//选择图 5-3a 中的线段 2
命令：　GCTANGENT　　//按空格键
选择第一个对象：　　//选择图 5-3a 中的圆弧 3
选择第二个对象：　　//选择图 5-3a 中的线段 2
命令：　GCTANGENT　　//按空格键
选择第一个对象：　　//选择图 5-3a 中的圆弧 3
选择第二个对象：　　//选择图 5-3a 中的线段 4

系统将图 5-3a 中的圆弧与线段相切，约束如图 5-3b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-3　相切约束

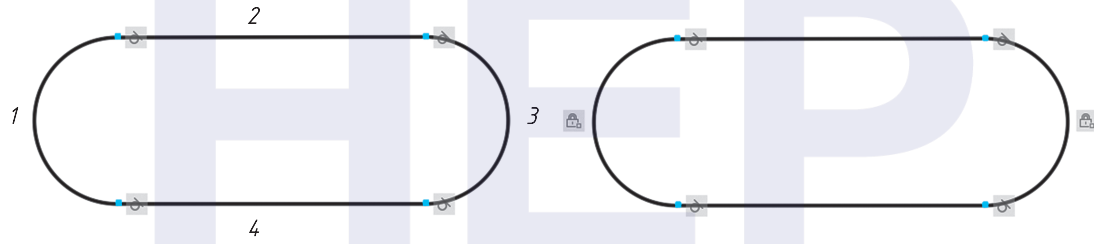
2.3　固定约束

固定约束是约束一个点或一条曲线，使其固定在相对于世界坐标系的特定位置和方向上。

在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【固定约束】按钮，系统提示：

命令：_GcFix
选择点或［对象(O)］<对象>：　　//选择图 5-4a 中圆弧 1 的中点
命令：　GCFIX　　//按空格键
选择点或［对象(O)］<对象>：　　//选择图 5-4a 中圆弧 3 的中点

系统将图 5-4a 中的圆弧固定，约束结果如图 5-4b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-4　固定约束

2.4　同心约束

同心约束是约束选定的圆、圆弧或椭圆，使其具有相同的圆心。

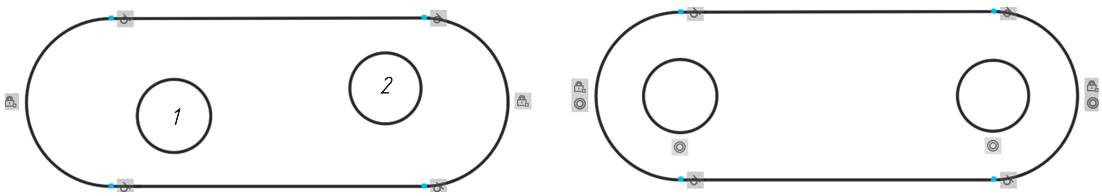
在图 5-4b 所示图形内画两个圆，如图 5-5a 所示，在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【同心约束】按钮，系统提示：

命令：_GcConcentric
选择第一个对象：　　//选择左边圆弧
选择第二个对象：　　//选择图 5-5a 中的圆 1
命令：_GcConcentric　　//按空格键

选择第一个对象：　　//选择右边圆弧

选择第二个对象：　　//选择图 5-5a 中的圆 2

系统将两对圆和圆弧同心，约束结果如图 5-5b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-5　同心约束

2.5　相等约束

相等约束是约束两条直线或多段线使其具有相同长度，或约束圆弧和圆使其具有相同的半径。

在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【相等约束】按钮 =，系统提示：

命令：_GcEqual

选择第一个对象或［多个(M)］：　　//选择图 5-6 中的圆 2

选择第二个对象：　　//选择图 5-6 中的圆 1

系统使两个圆半径相等，相等约束如图 5-6 所示。

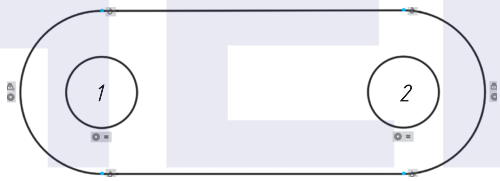


图 5-6　相等约束

2.6　平行约束

平行约束是约束两条直线，使其具有相同的角度。

在图 5-6 内画两条直线，如图 5-7a 所示，在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【平行约束】按钮 //，系统提示：

命令：_GcParallel

选择第一个对象：　　//选择图 5-7a 中的线段 1

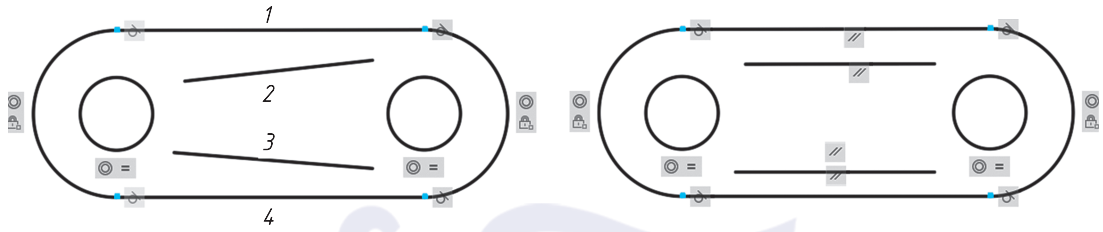
选择第二个对象：　　//选择图 5-7a 中的线段 2

命令：　GCPARALLEL　　//按空格键

选择第一个对象：　　//选择图 5-7a 中的线段 4

选择第二个对象：　　//选择图 5-7a 中的线段 3

系统将两条线段与原图形两条线段平行，约束结果如图 5-7b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-7　平行约束

2.7　垂直约束

垂直约束是约束两条直线或多段线，使其夹角始终保持 90°。

在图 5-7b 内画两条直线，如图 5-8a 所示，在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【垂直约束】按钮，使两条线段与线段 1 垂直，系统提示：

命令：_GcPerpendicular

选择第一个对象：　　//选择线段 1

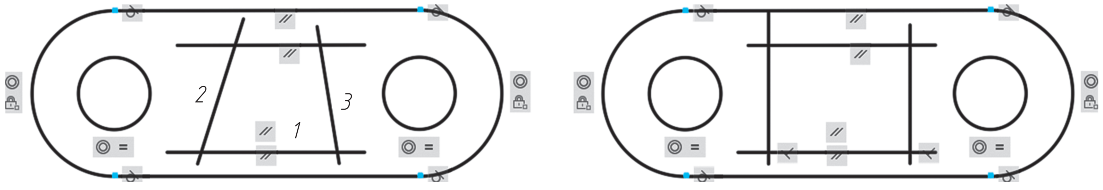
选择第二个对象：　　//选择线段 2

命令：　GCPERPENDICULAR　　//按空格键

选择第一个对象：　　//选择线段 1

选择第二个对象：　　//选择线段 3

约束结果如图 5-8b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-8　垂直约束

2.8　对称约束

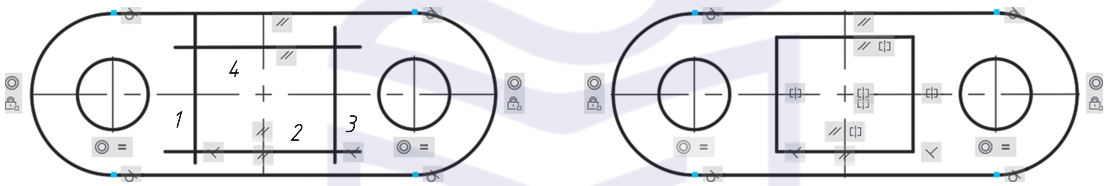
对称约束是约束对象上的两条曲线或两个点，使其以选定直线为对称轴彼此对称。

在图 5-8b 内画对称中心线，如图 5-9a 所示，在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【对称约束】按钮，使线段 1、3 相对竖直中心线对

称，使线段 2、4 相对水平中心线对称。系统提示：

命令：_GcSymmetric
选择第一个对象或［两点(2P)］<两点>：　　//选择线段 2
选择第二个对象：　　//选择线段 4
选择对称直线：　　//选择水平中心线
命令：_GcSymmetric　　//按空格键
选择第一个对象或［两点(2P)］<两点>：　　//选择线段 1
选择第二个对象：　　//选择线段 3
选择对称直线：　　//选择竖直中心线

经过修剪，约束结果如图 5-9b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-9　垂直约束

2.9　删除约束

在编辑图形对象时，往往需要删除某些已经建立的约束，这就需要用到【删除约束】命令。使用【删除约束】命令的方法有三种：

1）单击【参数化】选项卡【管理】面板中的【删除约束】按钮。

2）在菜单栏选择【参数】→【删除约束】命令。

3）右键单击要删除约束的约束栏，弹出快捷菜单，如图 5-10 所示，选择【删除】命令。

图 5-10　快捷菜单

3. 如何启用约束类型

可以通过【约束设置】对话框对需要显示的约束类型进行设置，以方便操作。单击【参数化】选项卡【几何】面板右下角的箭头按钮，打开【约束设置】对话框，如图 5-11 所示。该对话框中有【几何】、【标注】和【自动约束】三个选项卡。用户可以对【几何】选项卡中的功能进行设置。

【几何】选项卡中各选项的功能说明如下：

1）推断几何约束：在创建和编辑几何图形时推断并自动添加几何约束。

图 5-11　【约束设置】对话框

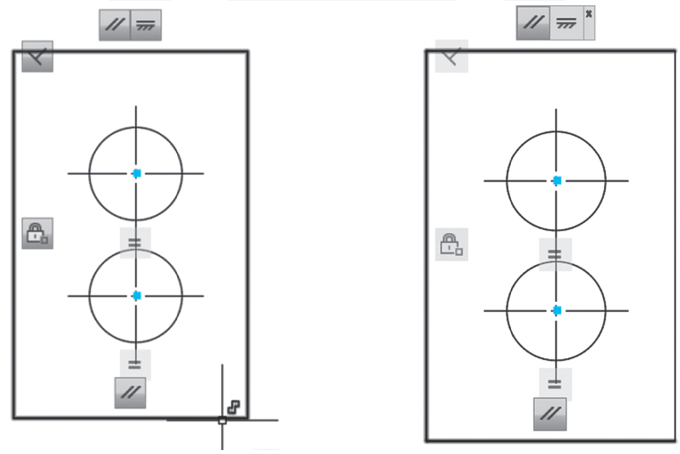
2）约束栏显示设置：控制是否为约束对象显示约束栏或约束点标记，没有被勾选的约束设置将不显示。约束栏是指在图形上显示约束类型的图标。

3）将约束应用于选定对象后显示约束栏：显示相关约束栏。取消勾选后进行的几何约束在未选择图形对象时将不显示约束栏。

4）选定对象时显示约束栏：选择对象时出现约束栏。

4. 如何亮显约束对象与约束栏

将光标悬停在被约束的图形对象上（或选中图形对象）时，将亮显该对象和与该对象有关的约束栏，如图 5-12a 所示。当将光标悬停在约束栏上时，将亮显与该约束有关的对象及约束，如图 5-12b 所示。



(a) 将光标悬停在被约束的图形对象上　　(b) 将光标悬停在约束栏上

图 5-12　亮显约束对象与约束栏

5. 约束栏的移动

为了绘图方便，有时需要将约束栏移到合适的位置。在约束栏上按住左键，拖动约束栏到适当位置，然后松开左键，即可实现约束栏的移动。

6. 约束栏的显示与隐藏

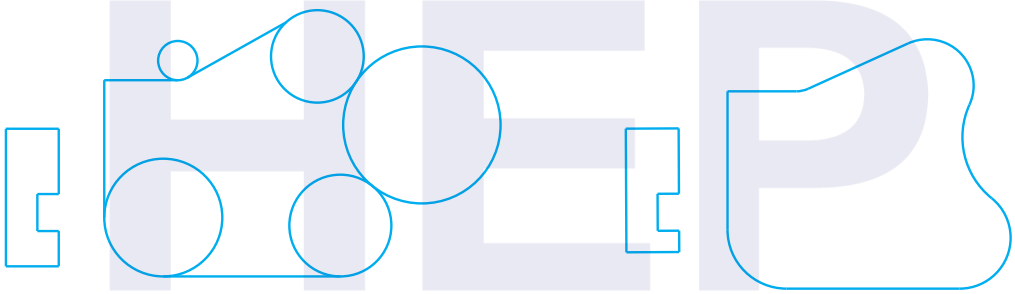
【参数化】选项卡【几何】面板的右侧有三个按钮，分别是【显示/隐藏】按钮、【全部显示】按钮和【全部隐藏】按钮，其功能见表 5-2。

表 5-2　显示和隐藏操作按钮的功能

按钮名称	按钮图标（颜色不同）	功能
显示/隐藏		显示或隐藏选定对象的约束栏
全部显示		显示图形中的所有约束栏
全部隐藏		隐藏图形中的所有约束栏

任务实施

打开本书配套资源包中的“素材/模块五　参数化绘图/任务 1”文件夹中的“垫片 . dwg”文件，如图 5-13a 所示，修剪右侧图样多余线段，修剪结果如图 5-13b 所示。

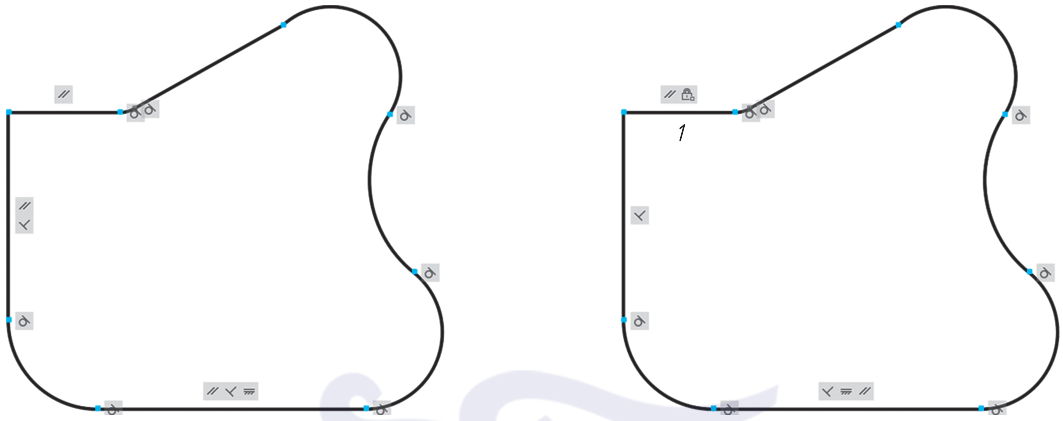


(a) 垫片.dwg　　(b) 修剪结果

图 5-13　垫片原始图样

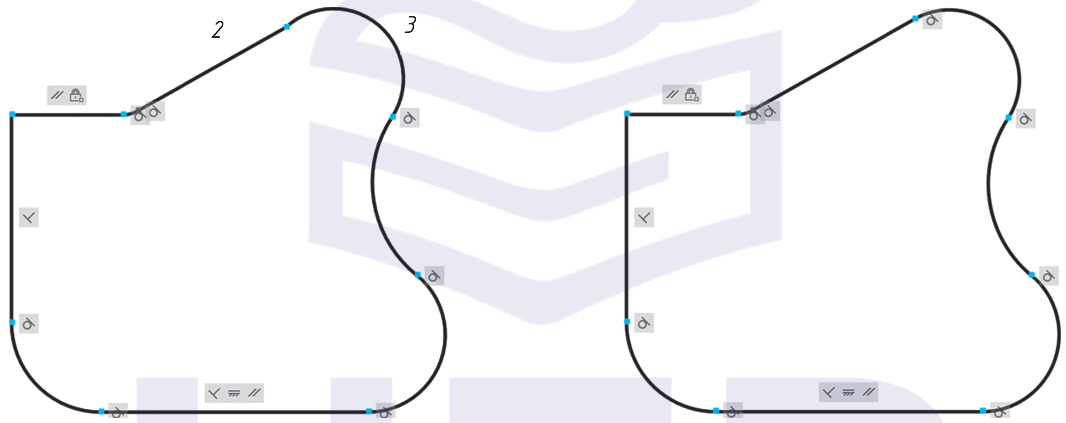
在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【自动约束】按钮，选择所有图形对象，AutoCAD 自动为已选对象添加几何约束，如图 5-14a 所示。在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【固定约束】按钮，然后选择线段 1，使图形固定，固定约束如图 5-14b 所示。

如图 5-15a 所示，为了垫片的线段与圆弧相接段平滑过渡，使线段 2 与圆弧 3 相切，在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【相切约束】按钮，然后选择线段 2，再选择圆弧 3，相切约束结果如图 5-15b 所示。



(a) 自动添加几何约束　　(b) 固定约束

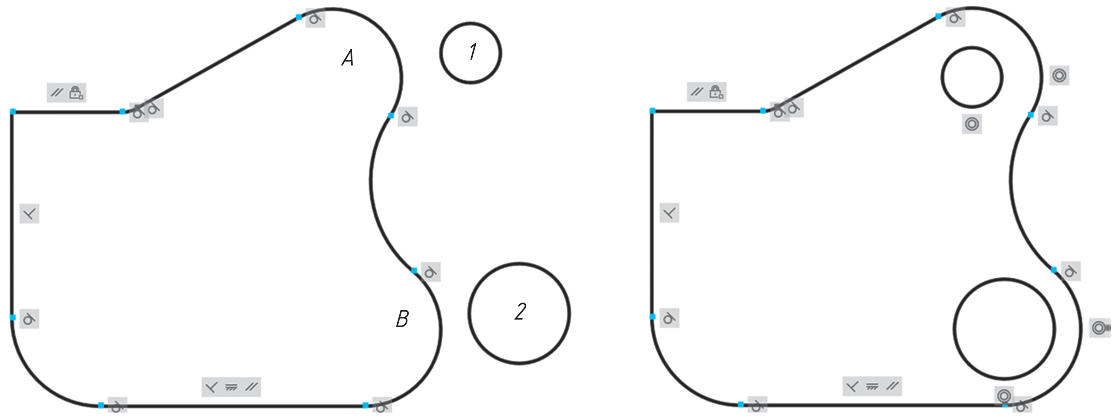
图 5-14　约束垫片外形



(a) 指定对象　　(b) 相切约束结果

图 5-15　相切线段

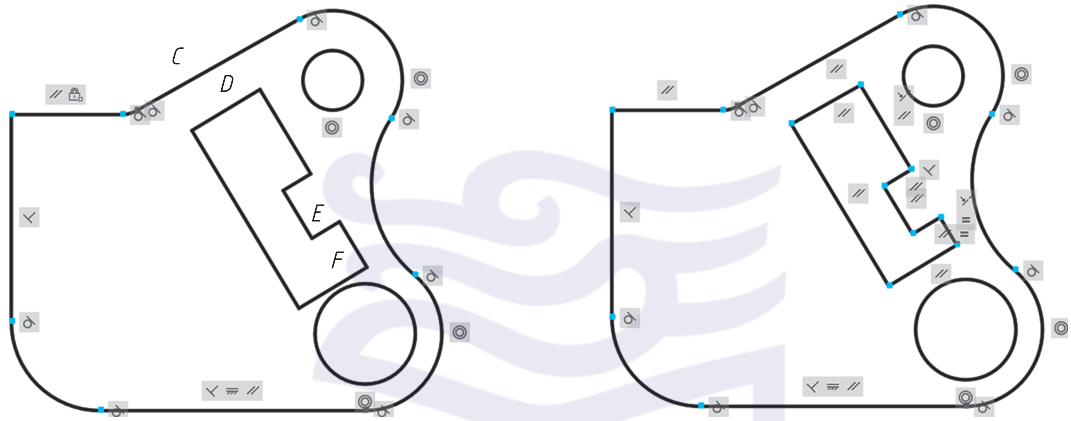
绘制任意两个圆，如图 5-16a 所示。在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【同心约束】按钮 ◎，选择圆弧 *A*，再单击圆 1，按空格键。再次单击【同心约束】按钮，选择圆弧 *B*，再次单击圆 2，同心约束结果如图 5-16b 所示。



(a) 绘制任意两个圆　　(b) 同心约束结果

图 5-16　将圆与圆弧同心

通过旋转和移动得到如图 5-17a 所示图形。在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【平行约束】按钮 ，先选择线段 *C*，再选择线段 *D*，然后在菜单栏选择【参数】→【几何约束】命令或在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【相等约束】按钮 ，使线段 *E* 和线段 *F* 相等，平行和相等约束结果如图 5-17b 所示。



(a) 移动和旋转　　(b) 平行和相等约束结果

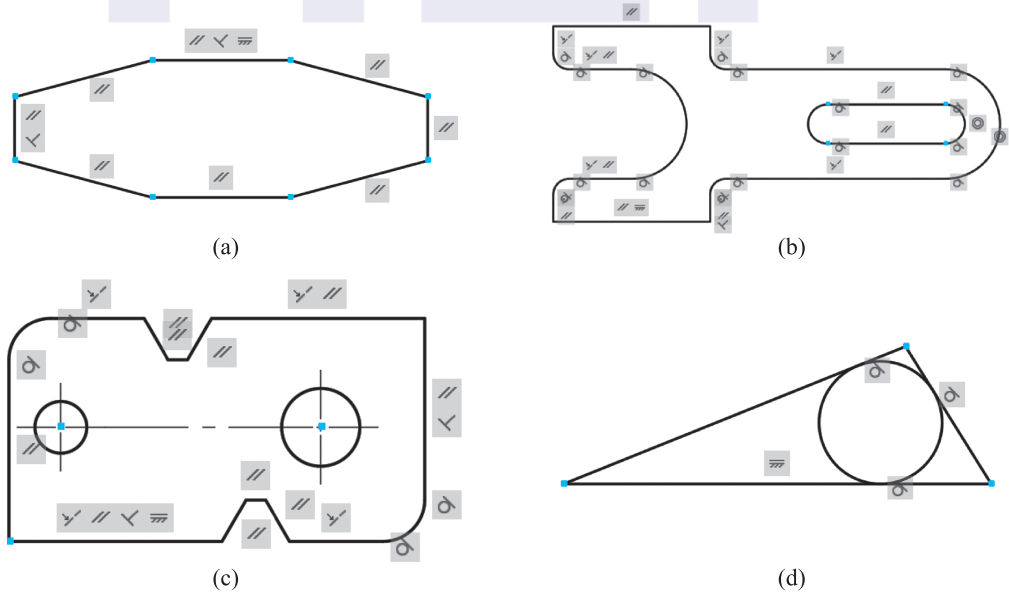
图 5-17　将线段平行和相等

任务总结

本任务主要学习了参数化几何约束的使用方法，应正确认识各几何约束之间的区别。通过绘制图形的外轮廓，添加几何约束初步确定图形的形状，后续可使用参数化的尺寸来驱动图样的绘制。

提高练习

根据图 5-18 所示图样通过几何约束绘制图形。



(a)　(b)

(c)　(d)

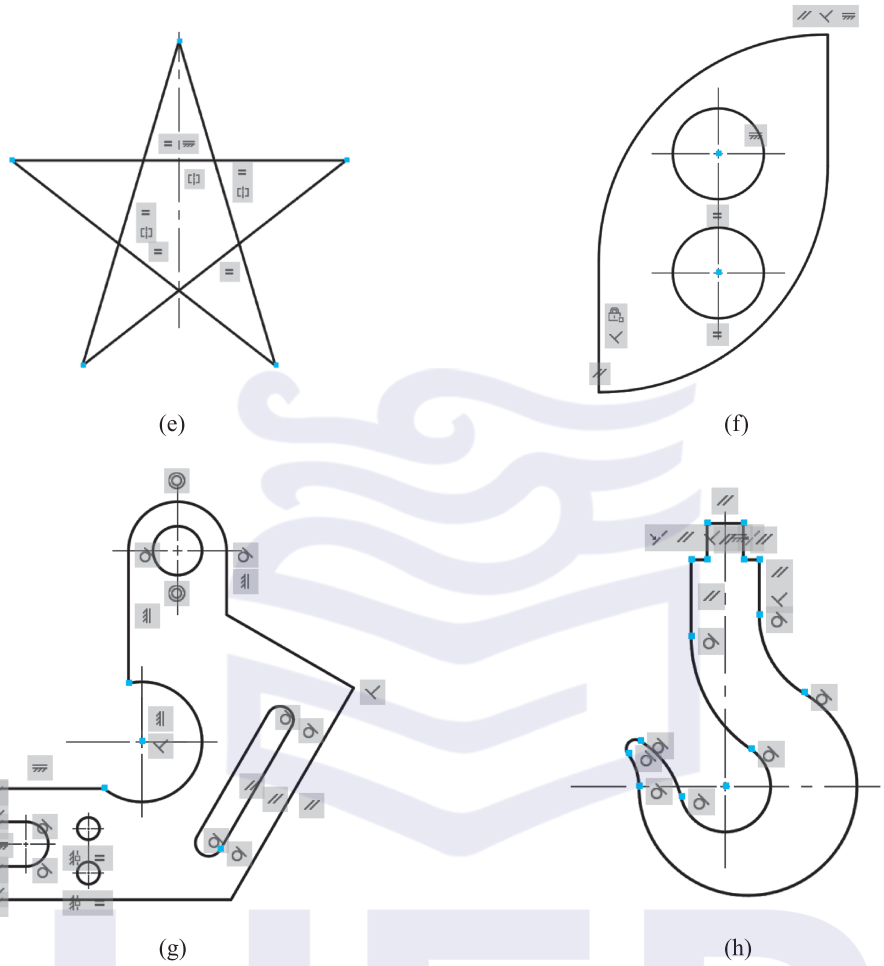


图 5-18　提高练习图

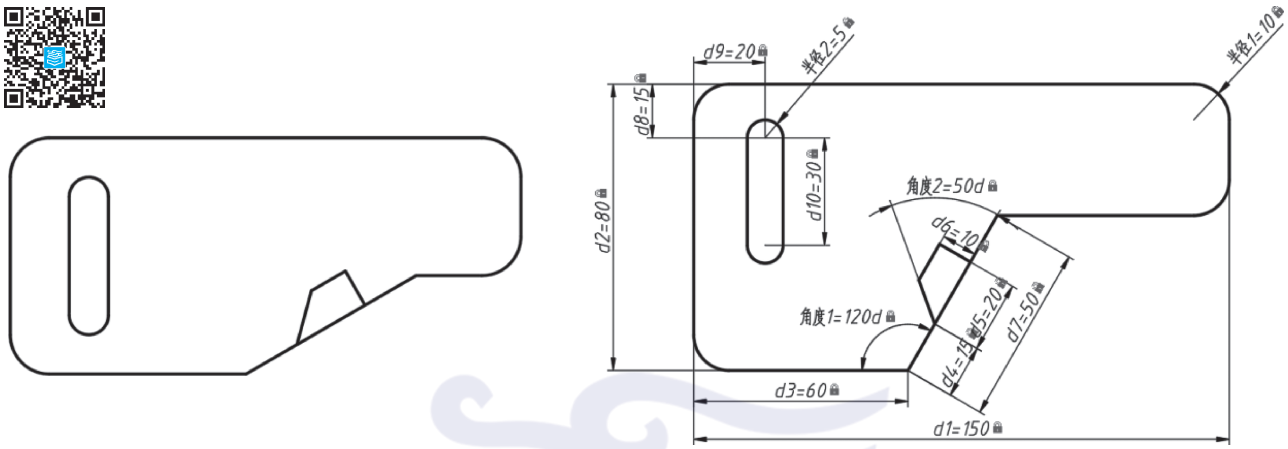
任务 2　绘制切片 >>>

任务目标

- 能按照要求添加常见的标注约束来绘制指定图样。
- 能利用变量和表达式来约束图形，从而实现图样的绘制。

任务导入

根据本书配套资源包中的“素材/模块五　参数化绘图/任务 2”文件夹中的“切片 . dwg”文件，如图 5-19a 所示，通过添加几何约束编辑成如图 5-19b 所示的垫片图样。



(a) 切片.dwg　　(b) 垫片图样

图 5-19　切片

任务分析

该图样为某零部件中的垫片轮廓图。该垫片已利用参数化的几何约束使图形达到基本的外形轮廓要求，对比两图，可通过使用线型、半径和角度等标注约束控制图形的尺寸，使图形满足尺寸要求。

知识准备

1. 尺寸约束

可通过【参数化】选项卡中的【标注】面板中的工具来添加尺寸约束，尺寸约束工具见表 5-3。

表 5-3　尺寸约束工具

按钮图标	按钮名称	功能
	线性约束	约束两点之间的水平或垂直距离
	对齐约束	约束两点、点与直线、直线与直线的距离
	半径约束	约束圆或者圆弧的半径
	直径约束	约束圆或者圆弧的直径
	角度约束	约束直线或多段线之间的角度、由圆弧或多段线圆弧段扫掠得到的角度，或由对象上三个点得到的角度

续表

按钮图标	按钮名称	功能
	转换	1）将普通尺寸标注（与标注对象关联）转换为动态约束或注释性约束 2）使动态约束与注释性约束互相转换
	显示/隐藏	显示或隐藏图形内的动态约束
	显示	显示图形内的动态约束
	隐藏	隐藏图形内的动态约束

尺寸约束分为两种形式：动态约束和注释性约束。默认情况下是动态约束，系统变量 CCONSTRAINTFORM 为 0，该变量若为 1，则尺寸约束变为注释性约束。

1）动态约束：标注外观由固定的预定义标注样式决定，不能修改。在缩放操作过程中动态约束保持相同大小。

2）注释性约束：标注外观由当前标注样式控制，可以修改，也可打印。在缩放操作过程中标注的大小发生变化。可把注释性约束放在同一图层上，设置颜色及改变可见性。

动态约束与注释性约束间可相互转换，选择尺寸约束，单击右键，选择【特性】命令，打开【特性】对话框，在【约束形式】下拉列表框中选择尺寸约束的形式。

2. 常用的标注约束命令

2.1　线性标注约束

选定直线或圆弧后，对象的端点之间的水平或垂直距离将受到约束。

打开本书配套资源包中的“素材/模块五　参数化绘图/任务 2”文件夹中的“常用标注约束命令 . dwg”文件，在菜单栏选择【参数】→【标注约束】命令或在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【线性约束】按钮，可创建线形标注约束。系统提示：

```
命令：_DcLinear
指定第一个约束点或［对象(O)］<对象>：          //选择图 5-20a 中的 B 点
指定第二个约束点：                              //选择图 5-20a 中的 C 点
指定尺寸线位置：                                //在合适位置单击
标注文字 = 5                                    //输入尺寸数值“5”
命令：  DCLINEAR                                //按空格键
指定第一个约束点或［对象(O)］<对象>：          //选择图 5-20a 中的 A 点
指定第二个约束点：                              //选择图 5-20a 中的 B 点
指定尺寸线位置：                                //在合适位置单击
标注文字 = 25                                   //输入尺寸数值“25”
```

命令：　DCLINEAR　　//按空格键

指定第一个约束点或［对象(O)］<对象>：　　//选择图 5-20a 中的 *A* 点

指定第二个约束点：　　//选择图 5-20a 中的 *D* 点

指定尺寸线位置：　　//在合适位置单击

标注文字 = 50　　//输入尺寸数值“50”

命令：　DCLINEAR　　//按空格键

指定第一个约束点或［对象(O)］<对象>：　　//选择图 5-20a 中的 *A* 点

指定第二个约束点：　　//选择图 5-20a 中的 *E* 点

指定尺寸线位置：　　//在合适位置单击

标注文字 = 60　　//输入尺寸数值“60”

命令：　DCLINEAR　　//按空格键

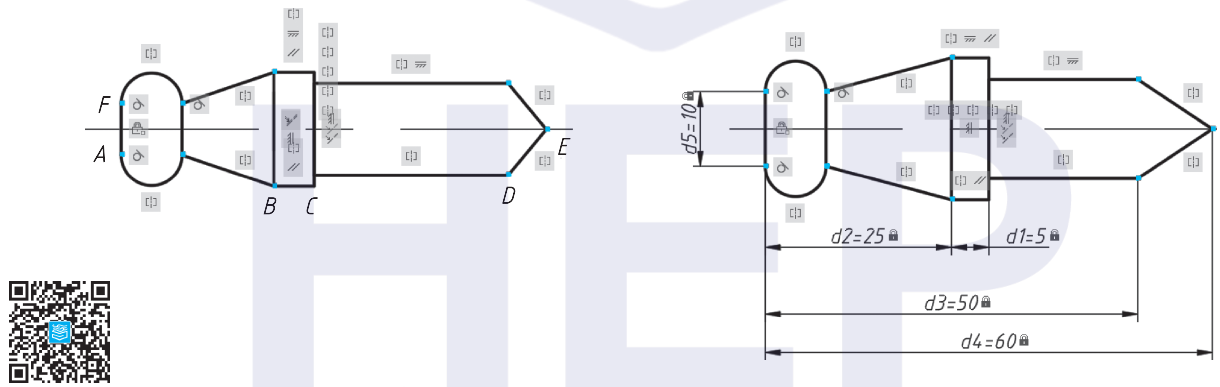
指定第一个约束点或［对象(O)］<对象>：　　//选择图 5-20a 中的 *A* 点

指定第二个约束点：　　//选择图 5-20a 中的 *F* 点

指定尺寸线位置：　　//在合适位置单击

标注文字 = 10　　//输入尺寸数值“10”

约束结果如图 5-20b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-20　杠销添加长度约束

2.2　对齐标注约束

选定直线或圆弧后，对象的端点之间的水平或垂直距离将受到约束。

在菜单栏选择【参数】→【标注约束】命令或在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【对齐约束】按钮，可创建对齐标注约束。系统提示：

命令：_DcAligned

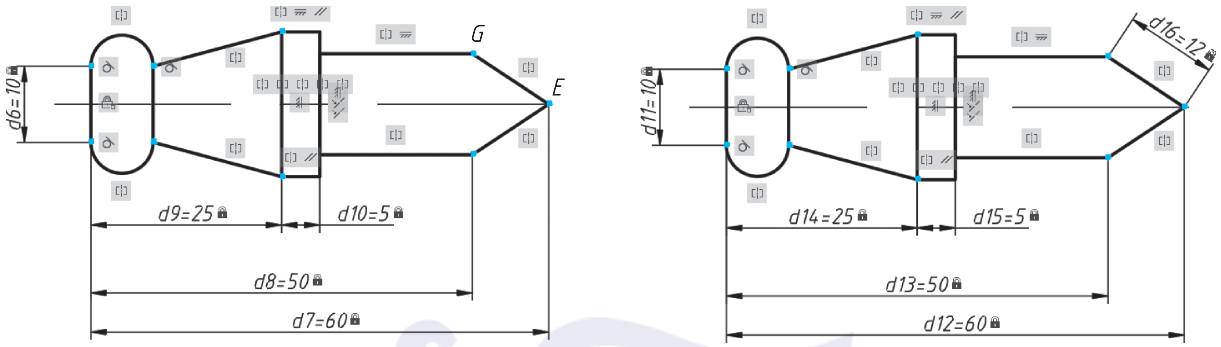
指定第一个约束点或［对象(O)/点和直线(P)/两条直线(2L)］<对象>：　　//选择图 5-21a 中的 *G* 点

指定第二个约束点：　　//选择图 5-21a 中的 *E* 点

指定尺寸线位置：　　//在合适位置单击

标注文字 = 12　　//输入尺寸数值“12”，按空格键

约束结果如图 5-21b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-21　杠销添加对齐约束

2.3　角度标注约束

该方法可约束直线段或多段线之间的角度、由圆弧或多段线圆弧段扫掠得到的角度，或由对象上三个点得到的角度。在菜单栏选择【参数】→【标注约束】命令或在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【角度约束】按钮，可创建角度标注约束。系统提示：

命令：_DcAngular

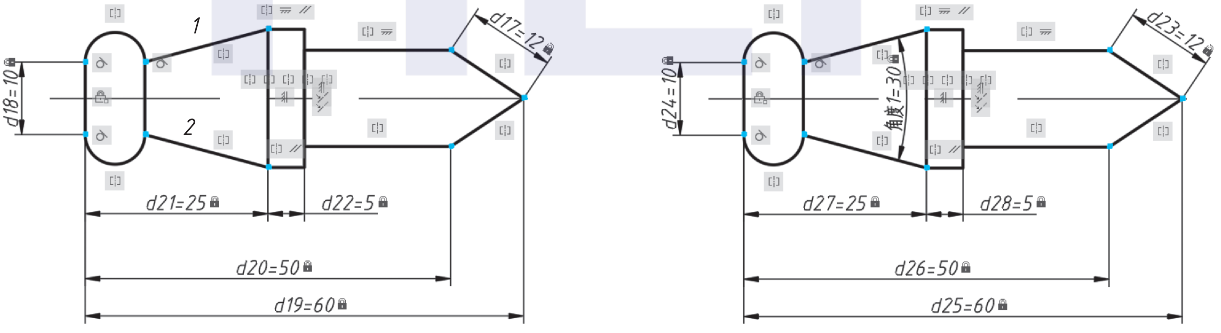
选择第一条直线或圆弧或［三点(3P)］<三点>：　　//选择图 5-22a 中的线段 1

选择第二条直线：　　//选择图 5-22a 中的线段 2

指定尺寸线位置：　　//在合适位置单击

标注文字 = 30　　//输入角度数值“30”，按空格键

约束结果如图 5-22b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-22　杠销添加角度约束

2.4　半径标注约束

该方法可约束圆或圆弧的半径。

在菜单栏选择【参数】→【标注约束】命令或在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【半径

约束】按钮，可创建半径标注约束。系统提示：

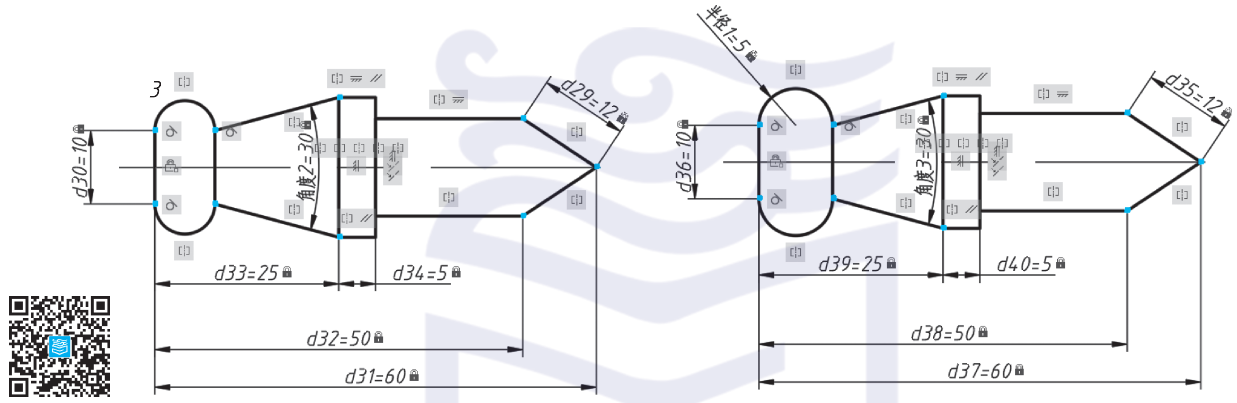
命令：_DcRadius

选择圆弧或圆：　　//选择图 5-23a 中的圆弧线段 3

标注文字 = 5　　//输入半径值“5”

指定尺寸线位置：　　//在合适位置单击

约束结果如图 5-23b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-23　杠销添加半径约束

2.5　直径标注约束

该方法可约束圆或圆弧的直径。

在图 5-23b 内的两个圆弧的圆心绘制两个圆，在菜单栏选择【参数】→【标注约束】命令或在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【直径约束】按钮，可创建直径标注约束。系统提示：

命令：_DcDiameter

选择圆弧或圆：　　//选择图 5-24a 中的圆 1

标注文字 = 5　　//输入直径值“5”

指定尺寸线位置：　　//在合适位置单击

命令：　DCDIAMETER　　//按空格键

选择圆弧或圆：　　//选择图 5-24a 中的圆 2

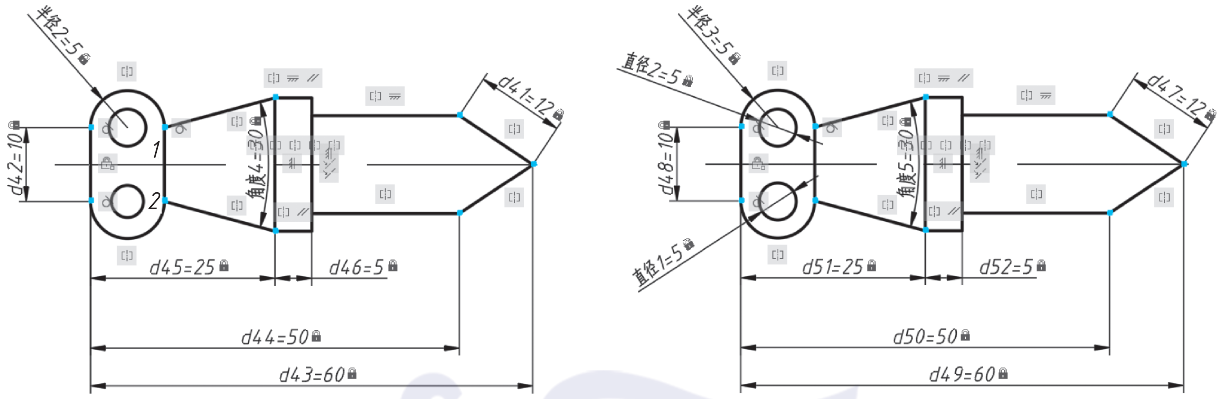
标注文字 = 5　　//输入直径值“5”

指定尺寸线位置：　　//在合适位置单击

约束结果如图 5-24b 所示。

2.6　转换标注约束

绘图时，可通过下拉列表应用标注约束，也可以将现有标注转化为标注约束。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-24　杠销添加直径约束

在图 5-24b 的右半部分绘制矩形，位置及尺寸如图 5-25a 所示，在菜单栏选择【参数】→【标注约束】命令或在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【转换约束】按钮，可创建半径标注约束。系统提示：

命令：_DcConvert
选择要转换的关联标注：找到 1 个　　//选择图 5-25a 中的尺寸“7.3”
选择要转换的关联标注：
转换了 1 个关联标注
无法转换 0 个关联标注
命令：　DCCONVERT
选择要转换的关联标注：找到 1 个　　//选择图 5-25a 中的尺寸“10.38”
选择要转换的关联标注：
转换了 1 个关联标注
无法转换 0 个关联标注
命令：　DCCONVERT
选择要转换的关联标注：找到 1 个　　//选择图 5-25a 中的尺寸“4.47”
选择要转换的关联标注：
转换了 1 个关联标注
无法转换 0 个关联标注

然后通过双击尺寸，将对应的标注约束尺寸改为“7”“10”“5”，约束结果如图 5-25b 所示。

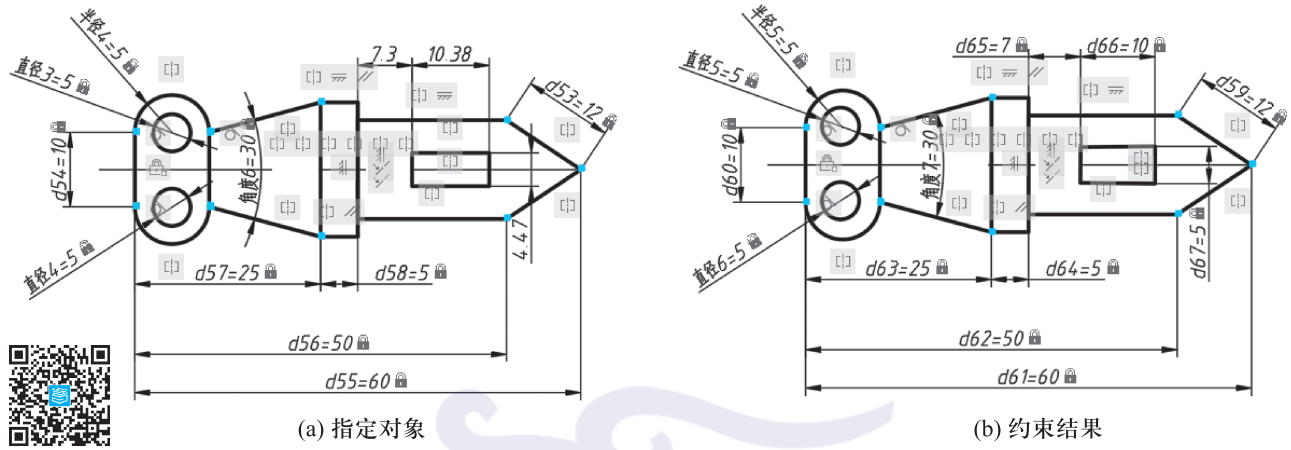
3. 编辑尺寸约束

对于已创建的尺寸约束，可采用以下方法进行编辑。

1）双击尺寸约束或利用 DDEDIT 命令编辑约束的值、变量名称或表达式。

2）选中尺寸约束，拖动与其关联的三角形关键点可改变约束的值，同时驱动图形对象改变。

3）选中约束，单击右键，利用快捷菜单中的相应命令编辑约束。

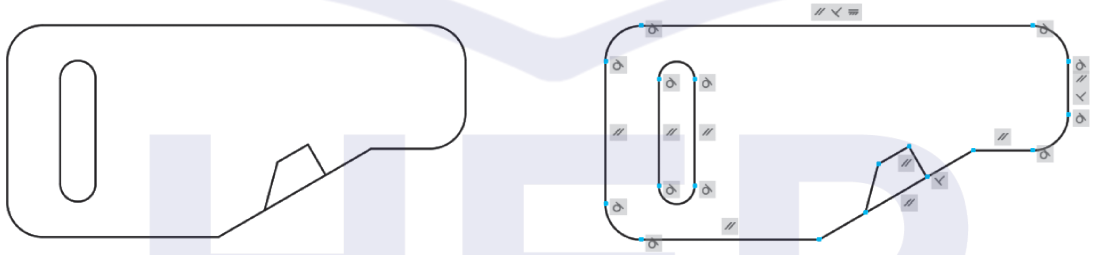


(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-25　杠销添加转换约束

任务实施

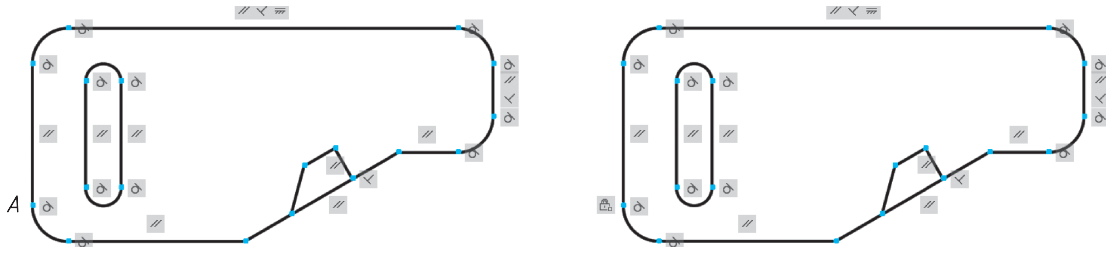
打开本书配套资源包中的“素材/模块五　参数化绘图/任务 2”文件夹中的“切片 . dwg”文件，如图 5-26a 所示。在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【自动约束】按钮，约束结果如图 5-26b 所示。



(a) 切片.dwg　　(b) 约束结果

图 5-26　切片添加几何约束

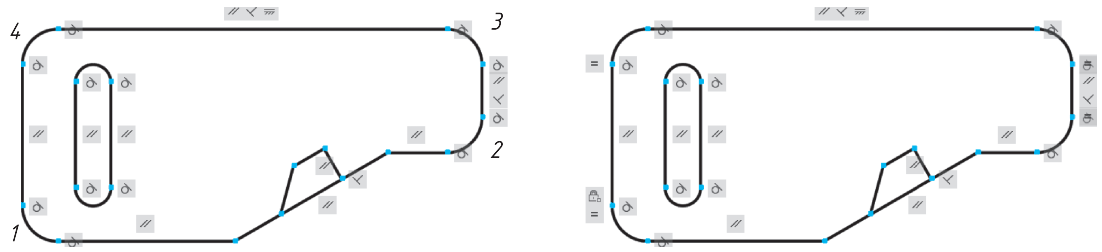
对图 5-27a 中的 *A* 点处添加固定约束，在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【固定】按钮，单击 *A* 点，约束结果如图 5-27b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-27　切片添加固定约束

对图 5-28a 中的 1、2、3 和 4 四段圆弧添加相等约束，在【参数化】选项卡的【几何】面板中单击【相等】按钮，单击四段圆弧，约束结果如图 5-28b 所示。



(a) 指定对象　　(b) 约束结果

图 5-28　切片添加相等约束

在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【线性】按钮 和【对齐】按钮 ，按标注形式创建线性约束和对齐约束，并在创建尺寸时输入约束值。线性约束和对齐约束结果如图 5-29 所示。

在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【角度约束】按钮 ，对所有非直角的线段添加角度约束，并在创建尺寸时输入约束值，角度约束结果如图 5-30 所示。

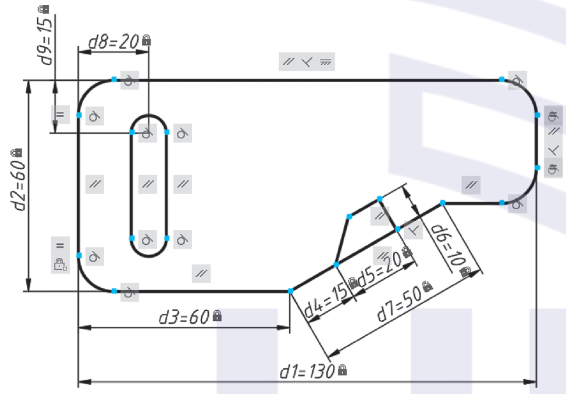


图 5-29　线性约束和对齐约束结果

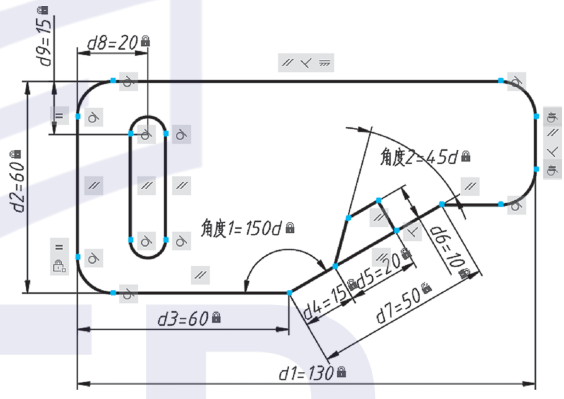


图 5-30　角度约束结果

在【参数化】选项卡的【标注】面板中单击【半径约束】按钮 ，选择切片中圆弧，添加半径约束，并在创建尺寸时输入约束值，半径约束结果如图 5-31 所示。

将总长“$d1 = 130$”改为“$d1 = 160$”，“$d2 = 60$”改为“$d2 = 80$”，“角度 1 = 150d”改为“角度 1 = 120d”，修改约束结果如图 5-32 所示。

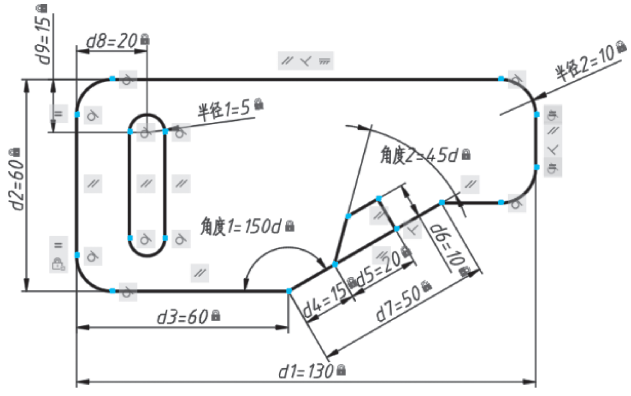


图 5-31　半径约束结果

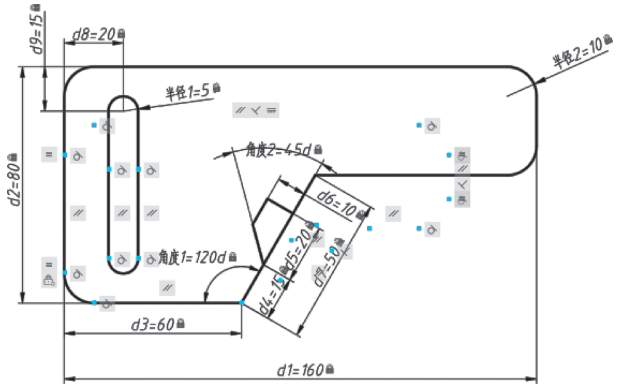


图 5-32　修改约束结果

选中所有尺寸约束，单击右键，选择【特性】选项，弹出【特性】对话框，如图 5-33 所示。在【约束形式】下拉列表框中选择【注释性】选项，则动态约束转换为注释性约束，修改结果如图 5-34 所示。

图 5-33 【特性】对话框

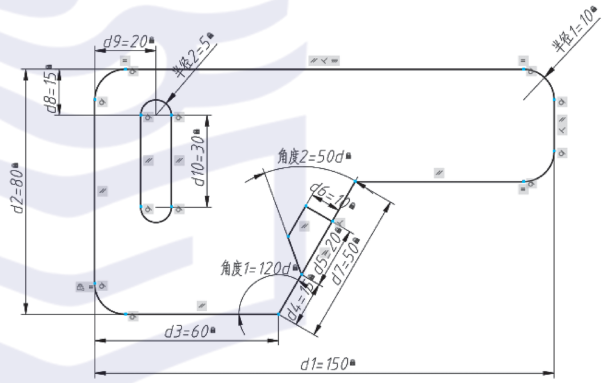


图 5-34 修改结果

修改尺寸约束名称的格式。单击【标注】面板右下角的箭头按钮，弹出【约束设置】对话框，如图 5-35 所示。

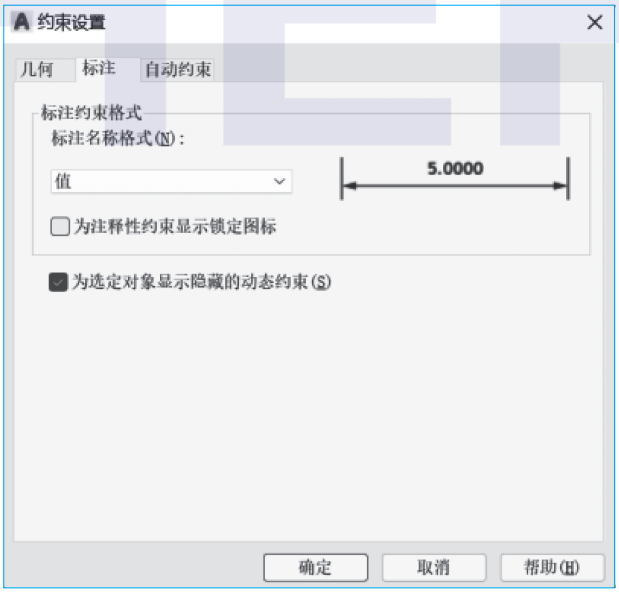


图 5-35 【约束设置】对话框

在【标注】选项卡【标注名称格式】下拉列表框中选择【值】选项，取消选中【为注释性约束显示锁定图标】复选框，修改格式结果如图 5-36 所示。

单击【参数化】选项卡【几何】面板中的【全部隐藏】按钮 全部隐藏，图中所有约束将全部隐藏，结果如图 5-37 所示。若单击【全部显示】按钮 全部显示 所有约束又显示出来。

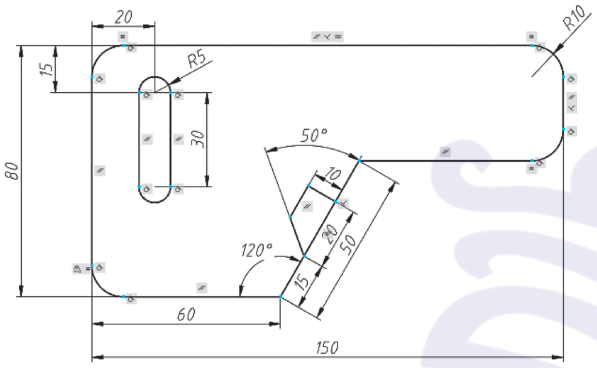


图 5-36　修改格式结果

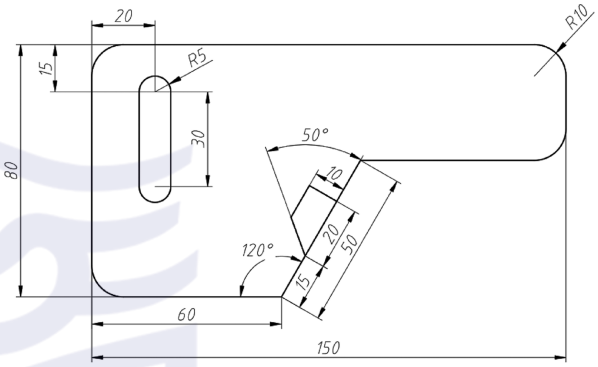


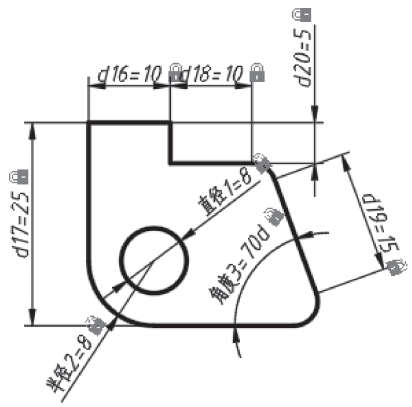
图 5-37　隐藏约束结果

任务总结

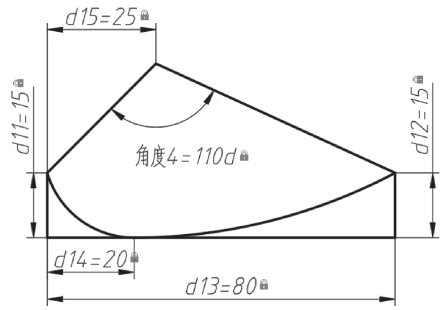
本任务主要学习了如何通过尺寸约束来绘制图样，实现参数化绘图。参数化绘图的步骤与常规绘图有较大的区别，主要表现为：尺寸约束绘图，一般是先绘制大致的外轮廓形状，然后逐步添加相应的约束，从而达到所要效果。一般情况下，按先外后内的顺序绘图；然后根据设计要求对图形元素添加几何约束，确定几何关系，如添加几何关系中的重合、水平等；之后加入其他约束；接着添加尺寸约束确定外轮廓中各图形元素的精确大小及位置。创建尺寸包括定形及定位尺寸，标注顺序一般为先大后小，先定形后定位。

提高练习

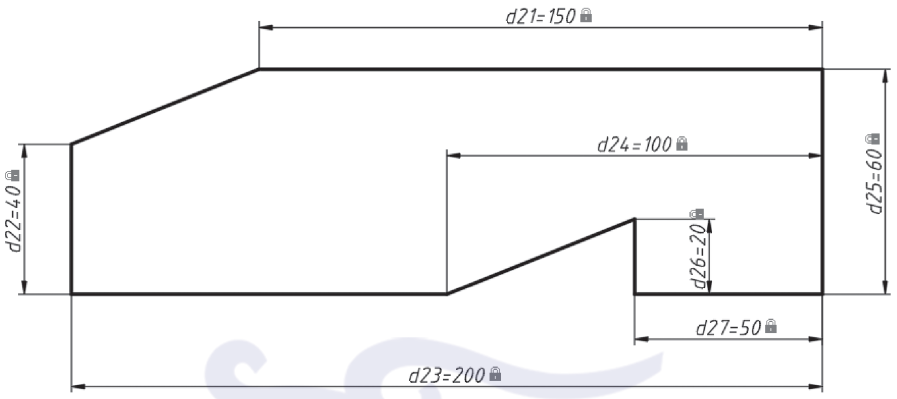
根据图 5-38 所示尺寸标注以 1∶1 的比例进行参数化绘图。



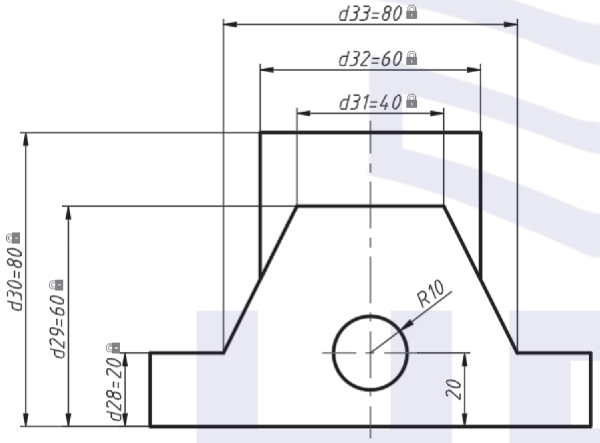
(a)



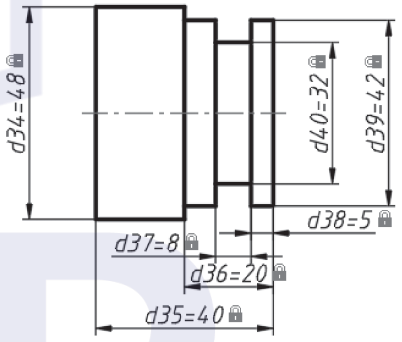
(b)


d21=150
d24=100
d22=40
d25=60
d26=20
d27=50
d23=200

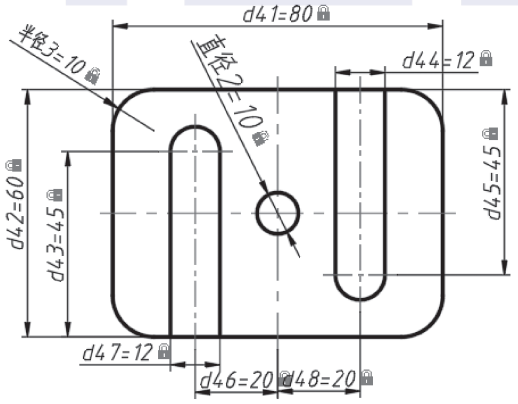
(c)


d33=80
d32=60
d31=40
d30=80
d29=60
d28=20
R10
20

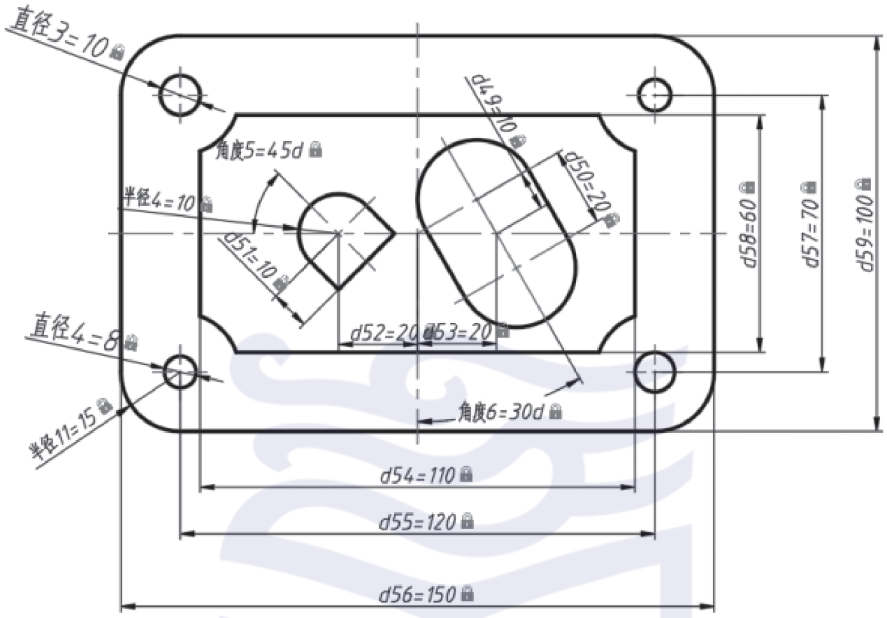
(d)


d34=48
d40=32
d39=42
d38=5
d37=8
d36=20
d35=40

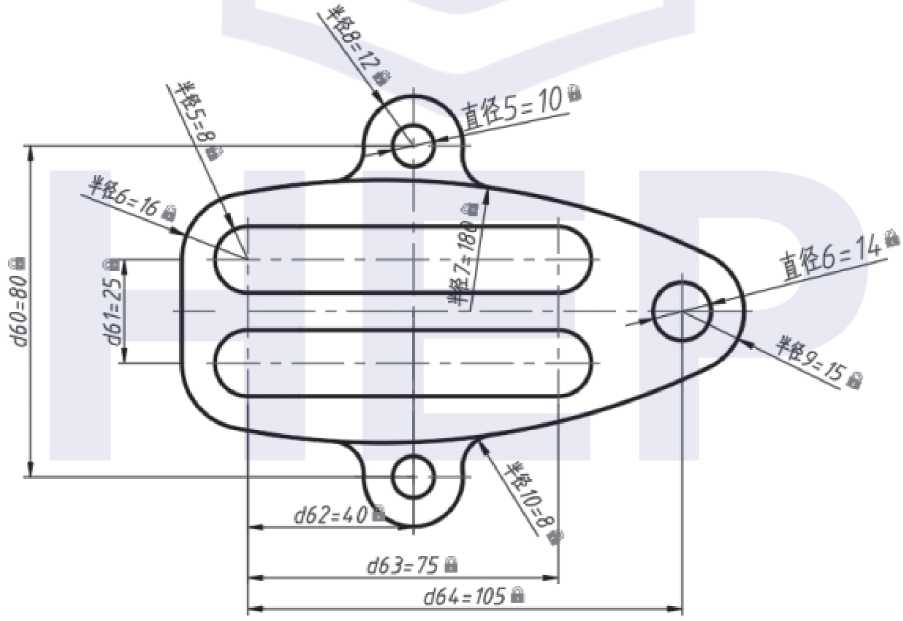
(e)


d41=80
半径3=10
直径2=10
d44=12
d42=60
d43=45
d45=45
d47=12
d46=20
d48=20

(f)



(g)



(h)

图 5-38　提高练习图

模块六

绘制复杂二维图形

为进一步巩固提高二维图的绘制方法，本模块将介绍复杂圆弧图样的绘制方法、相同特征图样的绘制技巧、三视图的补画方法以及零部件的装配方法等，具体包括不同类型圆弧的绘制方法、利用缩放命令快速绘图的方法、相贯线的绘制方法，以及装配零部件的方法。

任务 1　绘制蝴蝶 >>>

任务目标

- 能正确判断圆弧相切的类型并运用“内减外加”的几何规律求解圆心。
- 能根据相切的几何条件绘制相切圆或圆弧。

任务导入

以 1∶1 的比例绘制如图 6-1 所示的蝴蝶图样。

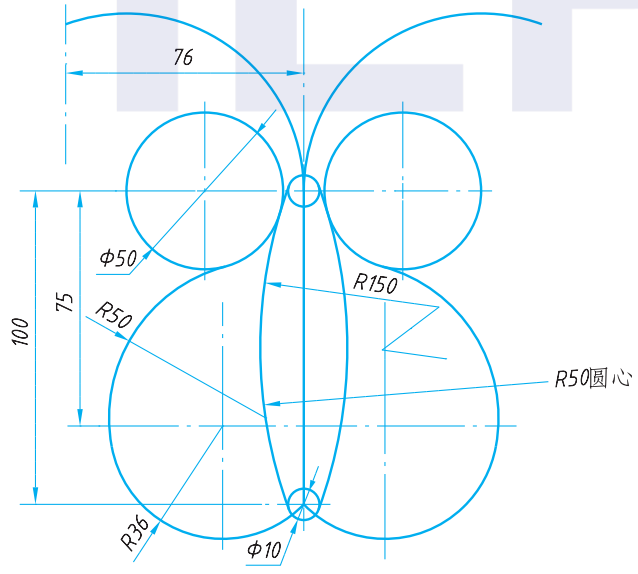


图 6-1　蝴蝶图样

任务分析

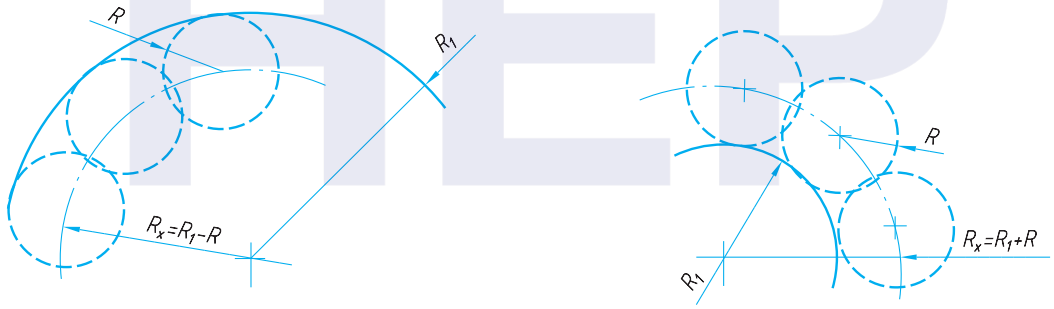
本任务所示蝴蝶图样主要由圆弧构成，特别是相切圆弧较多。相切圆弧有内切和外切两种形式，需要根据图形的结构特点分析各图形对象间的几何关系，再根据“内减外加”的几何规律来求出圆心的位置。可先绘制蝴蝶的主体部分，绘制其中的一半，再进行镜像复制。

知识准备

AutoCAD 软件提供了很多种圆弧的绘制方式，如三点绘圆、二点绘圆、相切相切半径等，但是对于几何关系比较复杂的圆弧，不能简单地通过软件提供的命令直接绘制，就需要通过几何关系得出圆心的位置，然后绘制圆弧。这个时候就要根据圆弧的内切和外切中的“内减外加”的几何规律来分析圆心的位置。绘制相切圆弧一般有如下方法。

1.1　通过“内减外加”的几何规律绘制相切圆弧

所谓“内减外加”，即当两圆弧为内切时，如图 6-2a 所示，R 圆弧内切于 R_1 圆弧，这时 R 圆弧的圆心必然在以 R_1 圆弧半径减去 R 圆弧半径的差为半径，且与 R_1 圆弧同心的圆上；当两圆弧为外切时，如图 6-2b 所示，则 R 圆弧的圆心必在以 R_1 圆弧半径加 R 圆弧半径的和为半径，且与 R_1 圆弧同心的圆上。根据这个几何关系，再确定相切圆弧的圆心位置就容易了。

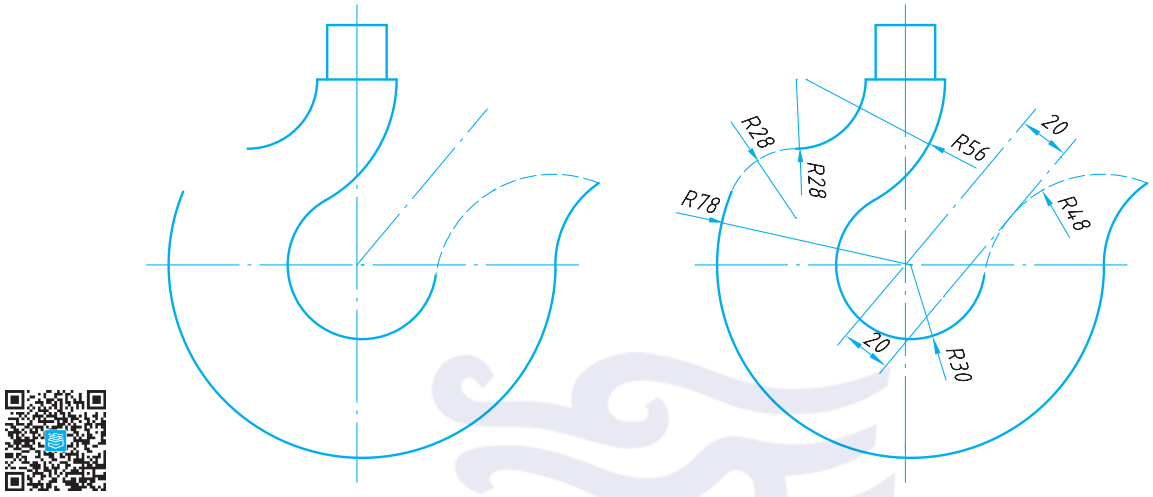


(a) 内切　　(b) 外切

图 6-2　相切圆弧形式

打开本书配套资源包中的“素材/模块六　绘制复杂二维图形/任务 1”文件夹中的“圆弧相切 . dwg”文件，如图 6-3a 所示。绘制图 6-3b 虚线所示的 R28 mm 圆弧和 R48 mm 圆弧。

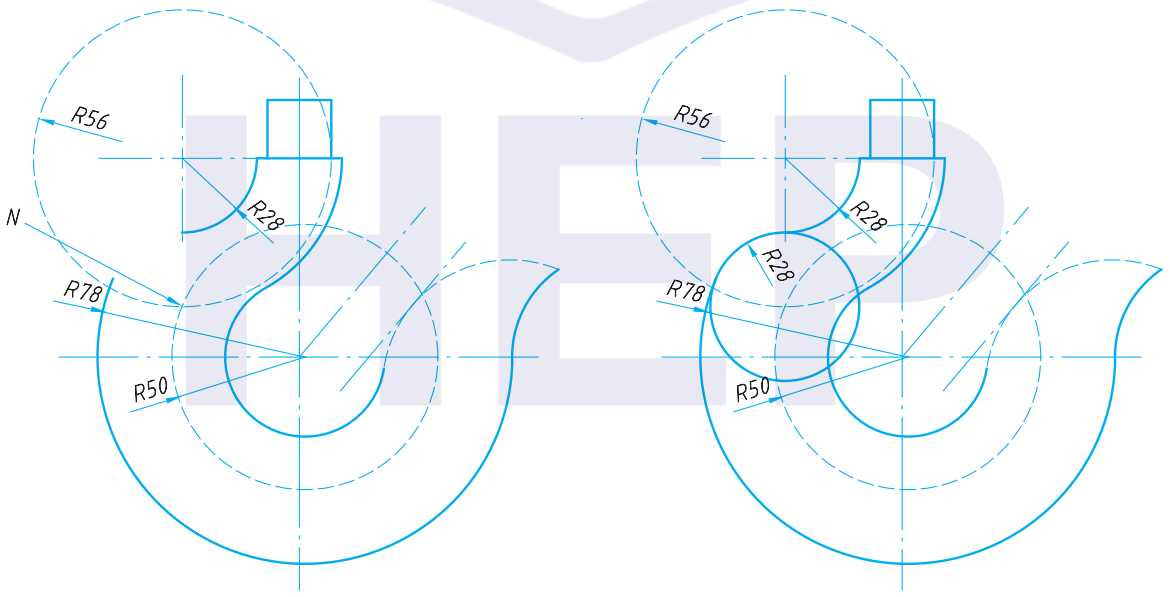
所求 R28 mm 圆弧与 R28 mm 粗实线圆弧外切，同时还与 R78 mm 粗实线圆弧内切，因此根据圆弧“内减外加”的几何规律，在 R28 mm 粗实线圆弧的圆心上绘制 R56 mm 圆（28 mm + 28 mm = 56 mm），在 R78 mm 粗实线圆弧的圆心上绘制 R50 mm 圆（78 mm - 28 mm = 50 mm），绘



(a) 圆弧相切.dwg　　(b) 相切结果

图 6-3　相切圆弧

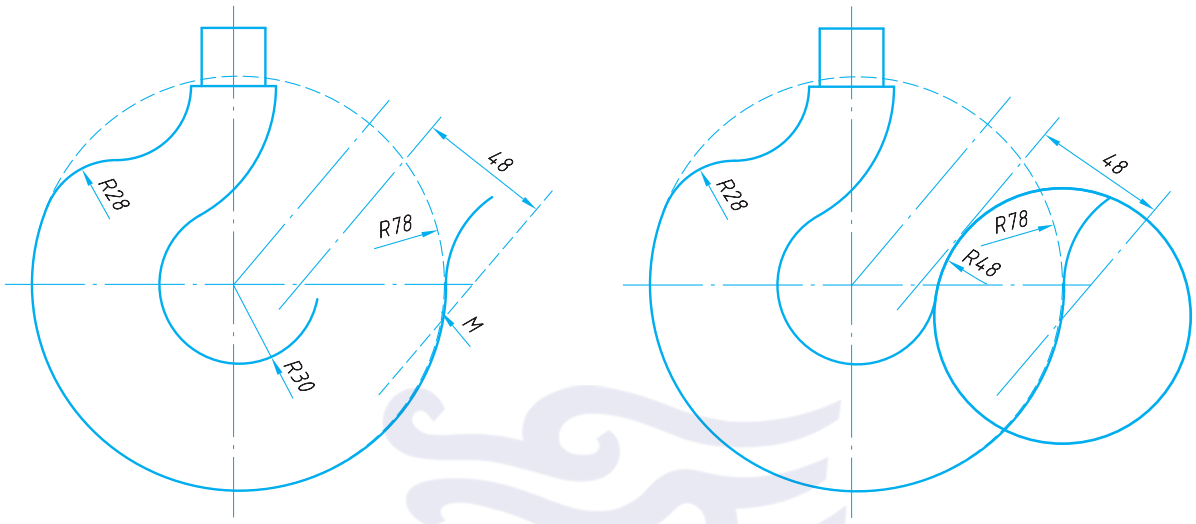
制辅助圆如图 6-4a 所示，箭头 *N* 所指的 *R*56 mm 圆和 *R*50 mm 圆的交点即为所求 *R*28 mm 圆的圆心，在此圆心上绘制 *R*28 mm 的圆，如图 6-4b 所示。



(a) 绘制辅助圆求圆心　　(b) 绘制R28圆

图 6-4　相切圆弧

将多余的圆弧和辅助圆删除可以得到如图 6-5a 所示的 *R*28 mm 圆弧。由于 *R*48 mm 圆弧分别与斜线和 *R*30 mm 圆弧外切，因此以 *R*30 mm 圆弧的圆心为圆心，绘制 *R*78 mm 圆弧（30 mm+48 mm = 78 mm），将斜线向右偏移 48 mm，此时得到的 *R*78 mm 圆弧与偏移斜线的交点即为 *R*48 mm 圆弧的圆心，如图 6-5a 所示的 *M* 点，在 *M* 点上绘制 *R*48 mm 圆，结果如图 6-5b 所示。



(a) 绘制辅助圆　　(b) 绘制*R*48 mm圆

图 6-5　相切圆弧

对多余的线进行删除，如图 6-6 所示。

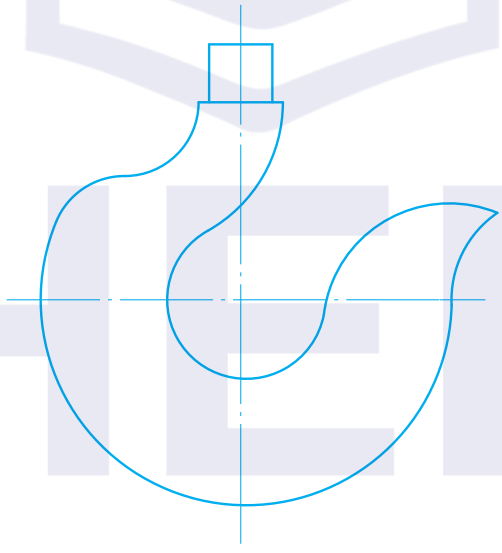


图 6-6　删除多余线

1.2　通过两点相切绘制相切圆弧

对于同时与两个图素相切，但半径已知的相切圆，可在绘制圆时选择【切点、切点、半径】选项进行绘制，实际应用也非常广泛。

打开本书配套资源包中的“素材/模块六　绘制复杂二维图形/任务 1”文件中的“两点相切圆 . dwg”文件，如图 6-7a 所示。在绘图工具栏上单击【圆】按钮，输入“T”，按空格键，分别选择如图 6-7a 所示箭头所指的 1、2 两点，输入圆的半径为“20”，按空格键，绘制两点相切圆结果如图 6-7b 所示。

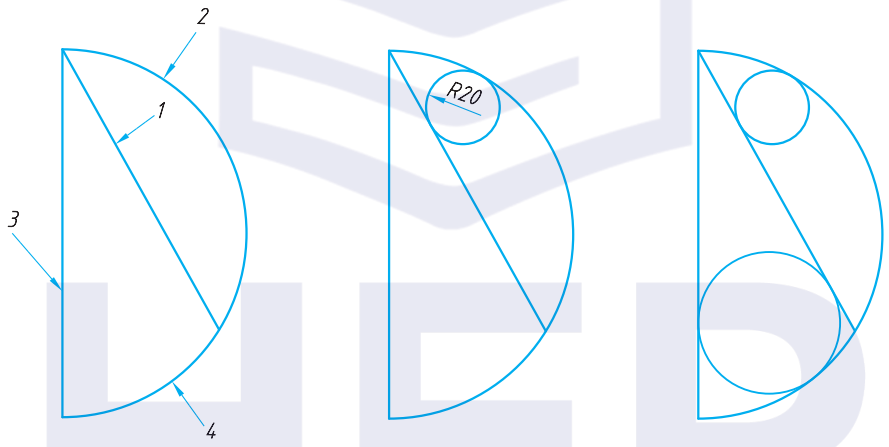
技术指导

对于同时与两个图素相切，但半径未知的圆，可选择【两点】选项进行绘制。

1.3　通过三点相切绘制相切圆弧

对于同时与三个图素相切，但半径未知的圆，可在绘制圆的选择中选择【三点】选项进行绘制。

在绘图工具栏上单击【圆】按钮，输入“3P”，按空格键，输入“tan”，按空格键，选择如图 6-7a 所示箭头所指的 1 点，按空格键。输入“tan”，按空格键，选择如图 6-7a 所示箭头所指的 3 点，按空格键。输入“tan”，按空格键，选择如图 6-7a 所示箭头所指的 4 点，按空格键，绘制三点相切圆结果如图 6-7c 所示。



(a) 两点相切圆.dwg　(b) 绘制两点相切圆结果　(c) 绘制三点相切圆

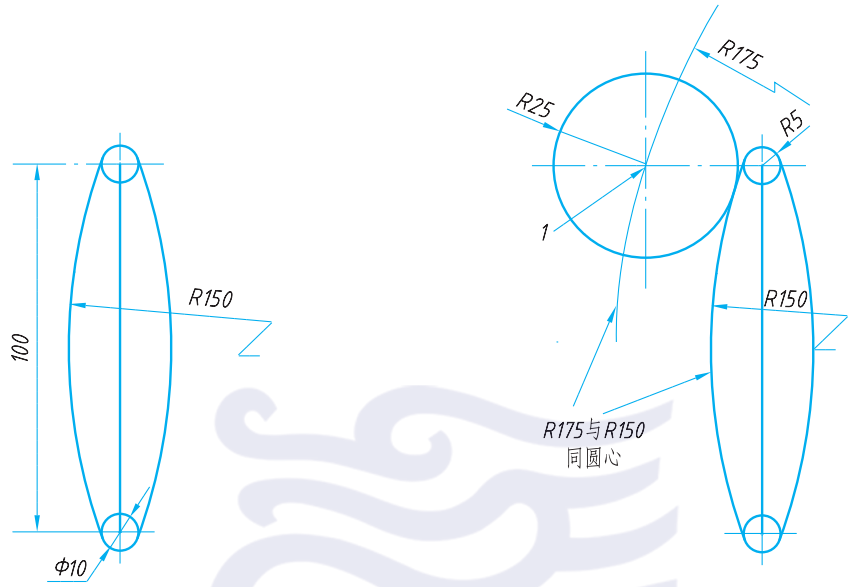
图 6-7　绘制相切圆

任务实施

新建文件后，首先绘制蝴蝶图样的中心图素，如图 6-8a 所示（为便于观察这里对尺寸进行了标注）。以 R150 mm 圆弧的圆心为圆心绘制 R175 mm 圆（150 mm+25 mm = 175 mm），与蝴蝶主体上部分 R5 mm 圆心的水平线形成交点 1，以交点 1 为圆心绘制 R25 mm 圆，如图 6-8b 所示。

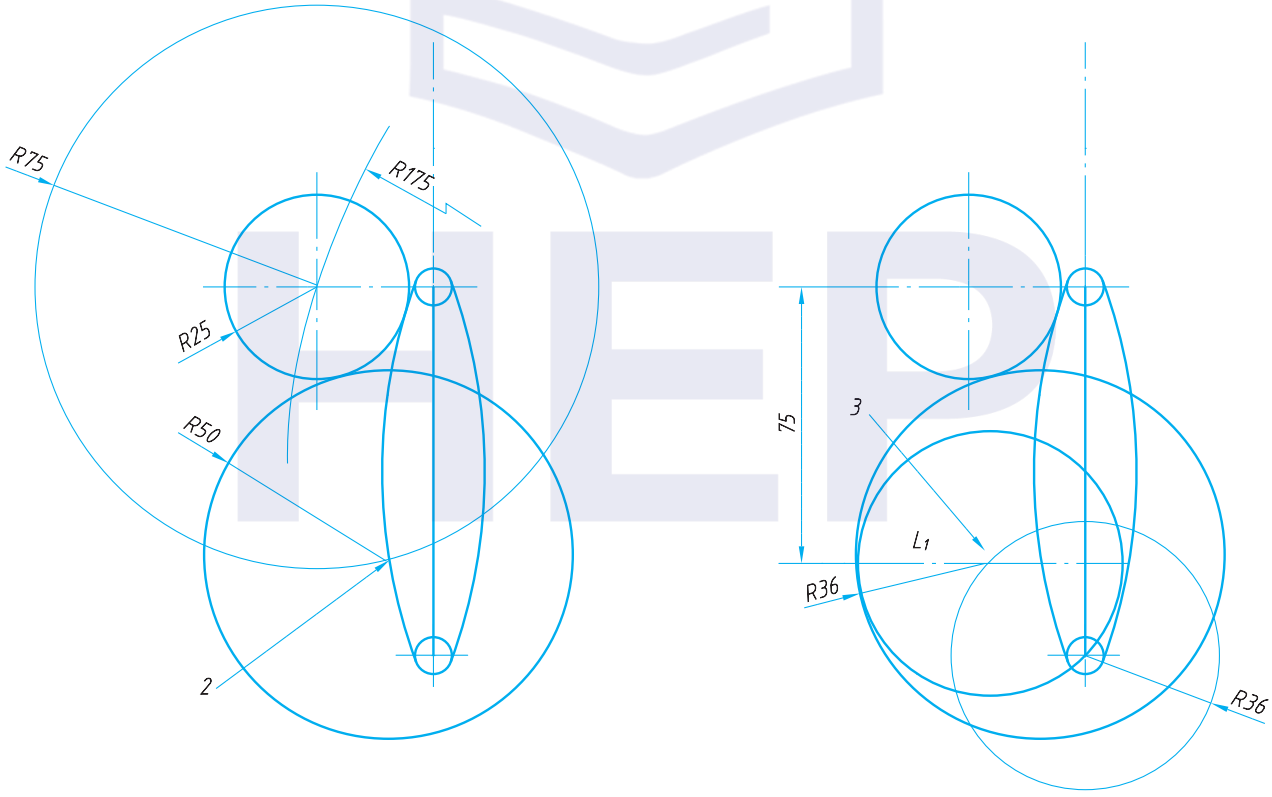
以 R25 mm 圆为圆心绘制 R75 mm 圆（50 mm+25 mm = 75 mm），此圆与 R150 mm 圆弧相交于 2 点，以 2 点为圆心绘制 R50 mm 辅助圆，如图 6-9a 所示。创建向下偏移 75 mm 的直线 L_1，在蝴蝶主体下部分以 R5 mm 圆心为圆心绘制 R36 mm 圆，以 R36 mm 圆与直线 L_1 的交点 3 为圆心绘制 R36 mm 圆，如图 6-9b 所示。

对多余的圆弧进行修剪，结果如图 6-10a 所示，将直线 L_2 向左偏移 76 mm，并以箭头 4 所指的位置为圆心，以该位置到 L_2 的距离为半径绘制圆，绘制结果如图 6-10b 所示。



(a) 绘制中心图素　　(b) 绘制$R25$ mm圆

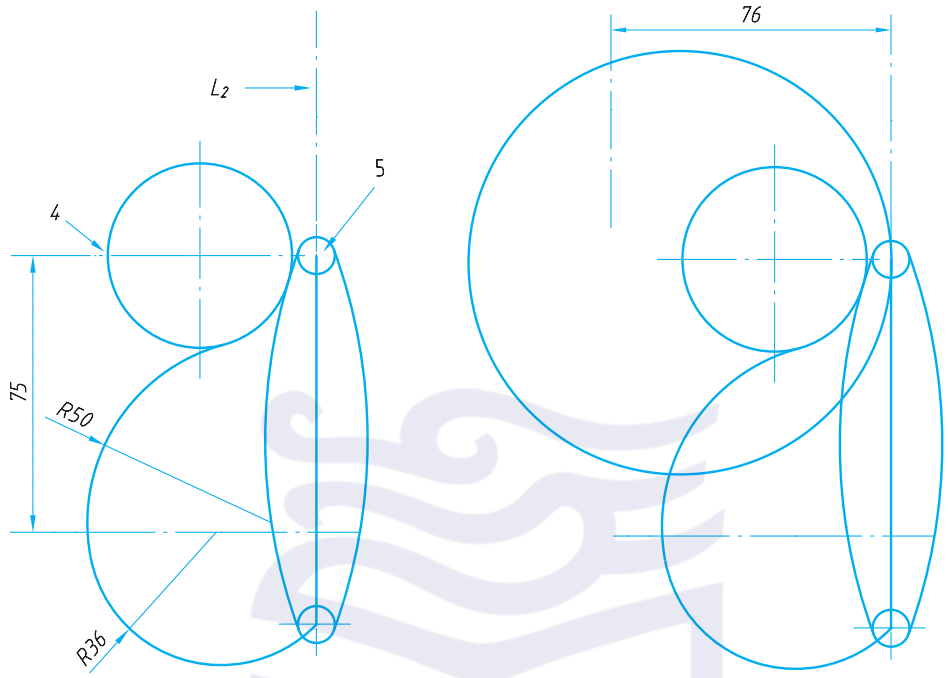
图 6-8　绘制蝴蝶圆



(a) 绘制辅助圆　　(b) 绘制$R36$ mm圆

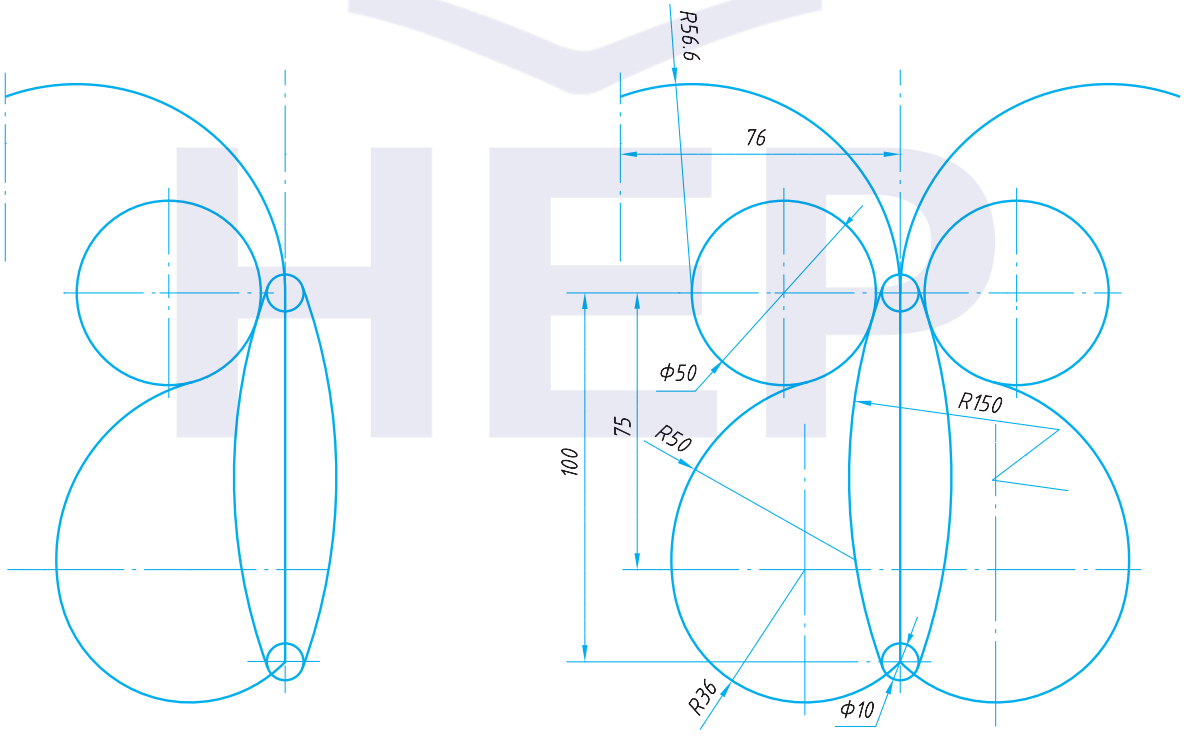
图 6-9　绘制相切圆

对多余的圆弧进行修剪，结果如图 6-11a 所示。接着对蝴蝶外形的左侧图样进行镜像复制，并进行尺寸标注，绘制结果如图 6-11b 所示。至此任务完成。



(a) 修剪结果　　(b) 绘制结果

图 6-10　绘制圆



(a) 修剪结果　　(b) 绘制

图 6-11　蝴蝶图样

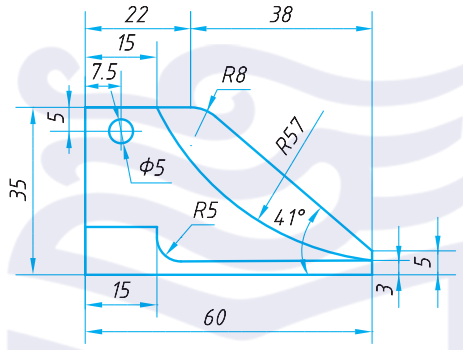
任务总结

本任务通过蝴蝶图样的绘制，对相切圆弧的绘制方法起到了抛砖引玉的作用。用户在绘

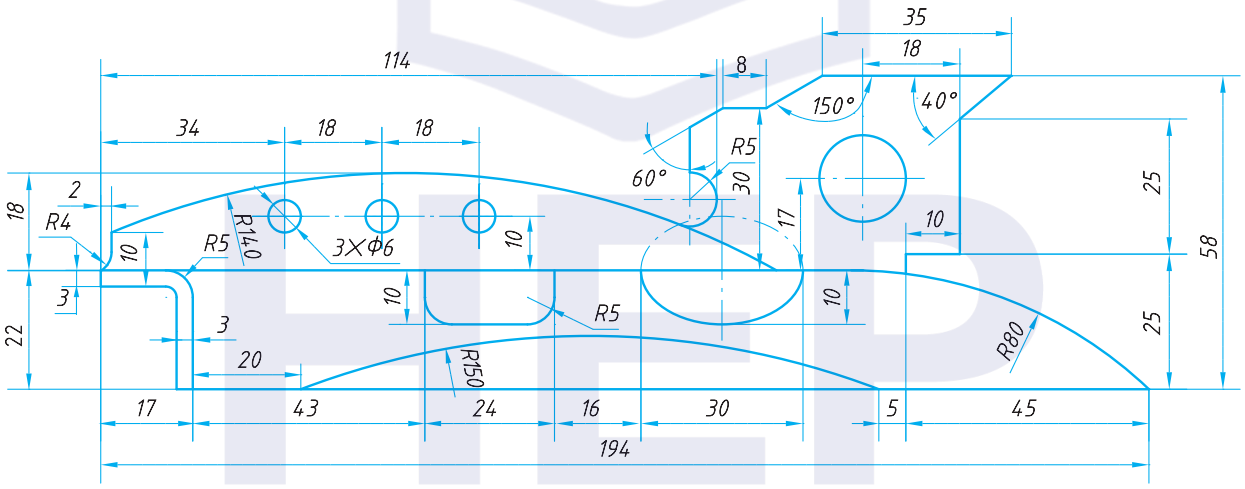
制这类圆弧时，首先需要判断相切圆弧的类型，一般情况下尽量直接采用 AutoCAD 软件相关功能进行绘制，如不能直接绘制再考虑采用通过几何条件的方式来求解出所绘圆的圆心。只有在实践的过程中不断练习，才能更好地掌握操作技巧，从而提升绘图效率。

提高练习

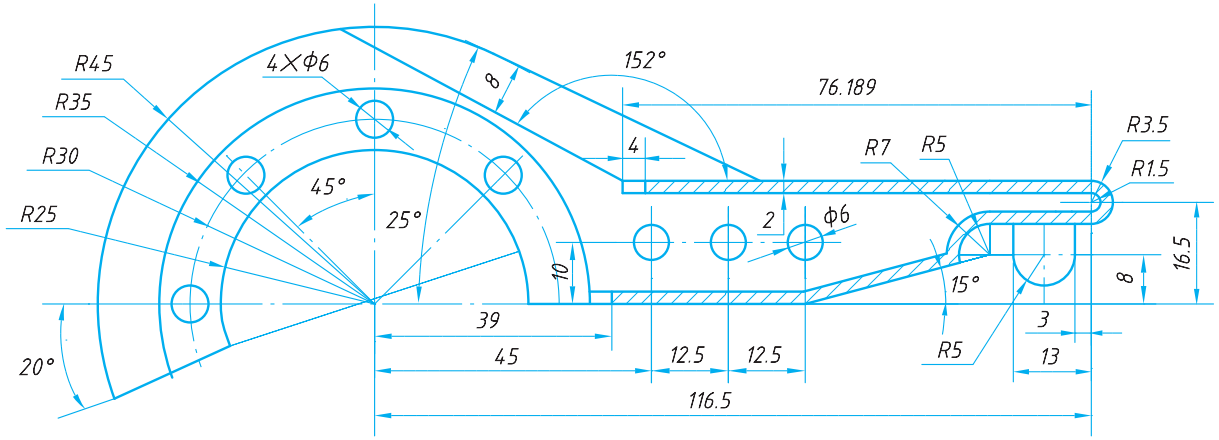
根据图 6-12 所示尺寸标注以 1∶1 的绘图比例进行抄绘。



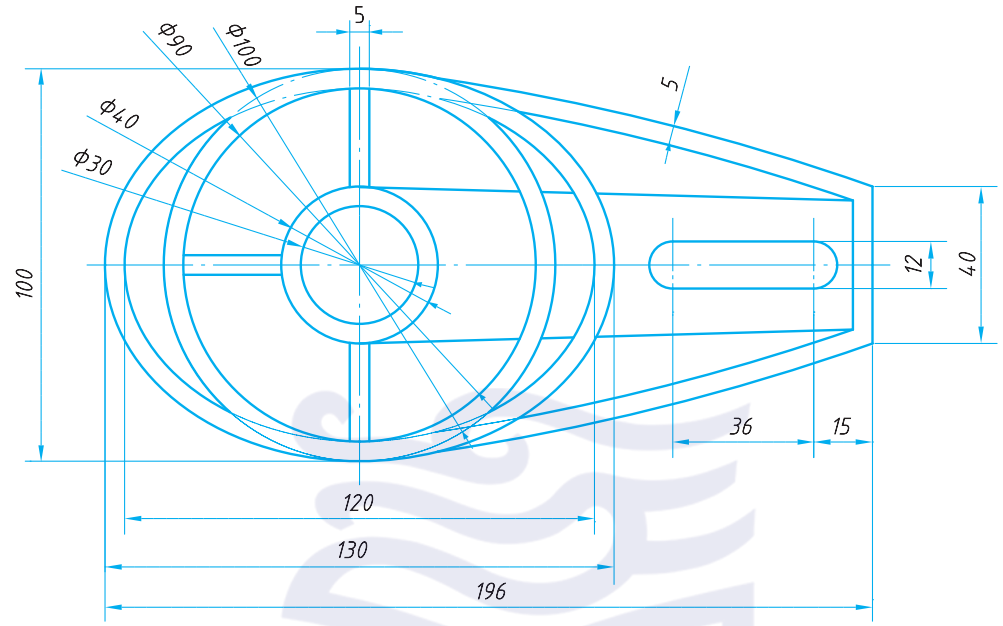
(a)



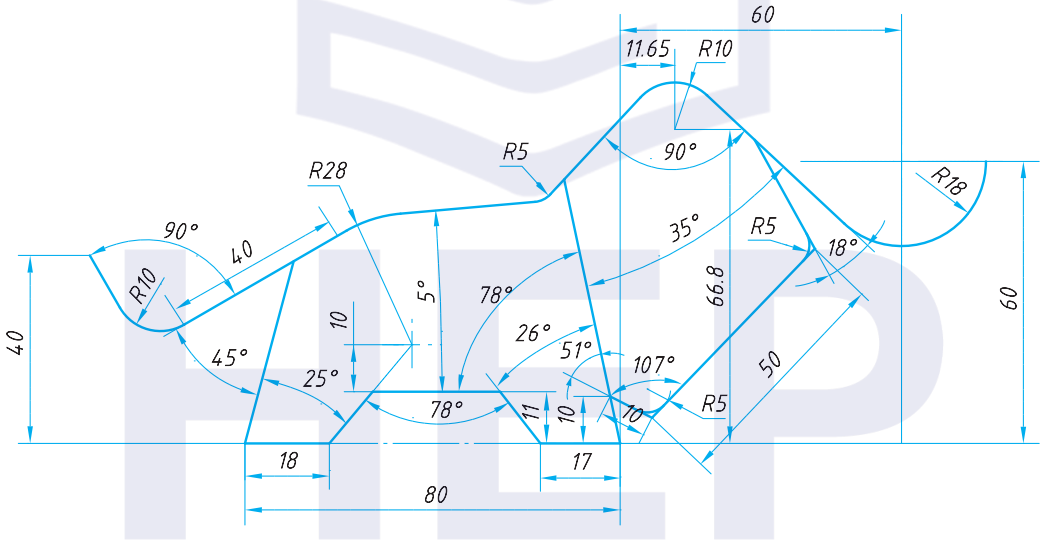
(b)



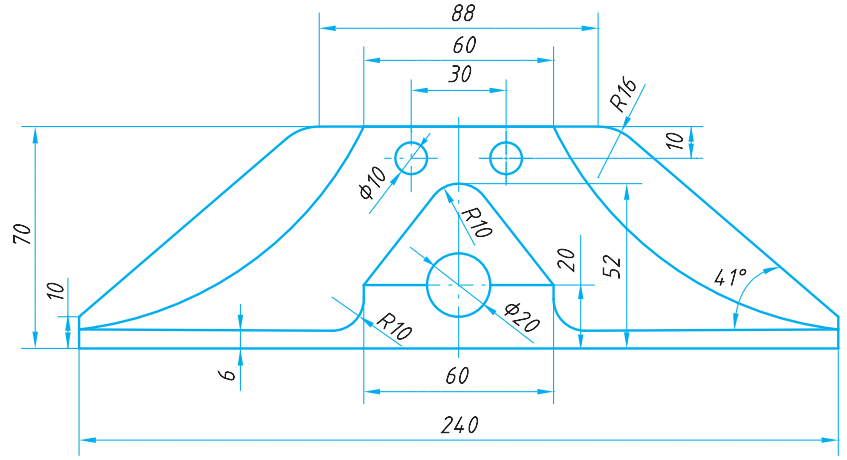
(c)


5
φ90
φ100
φ40
φ30
5
100
12
40
36
15
120
130
196

(d)


60
11.65
R10
R5
90°
R28
R18
90°
40
35°
R5
18°
R10
5°
78°
66.8
60
40
10
26°
51°
107°
45°
25°
78°
11
10
10
R5
50
18
17
80

(e)


88
60
30
R16
10
φ10
R10
70
10
20
52
41°
R10
φ20
6
60
240

(f)

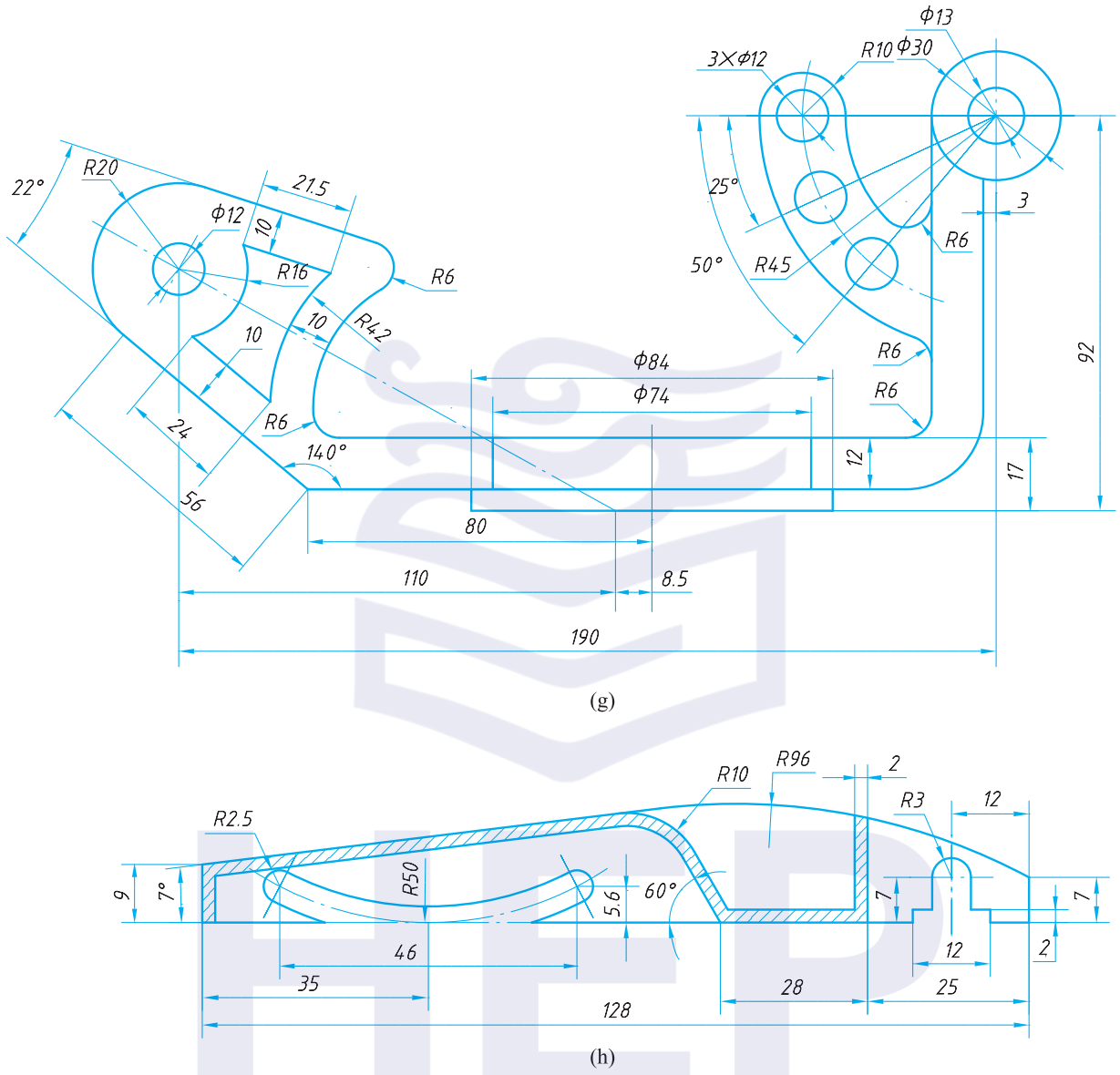


图 6-12　提高练习图

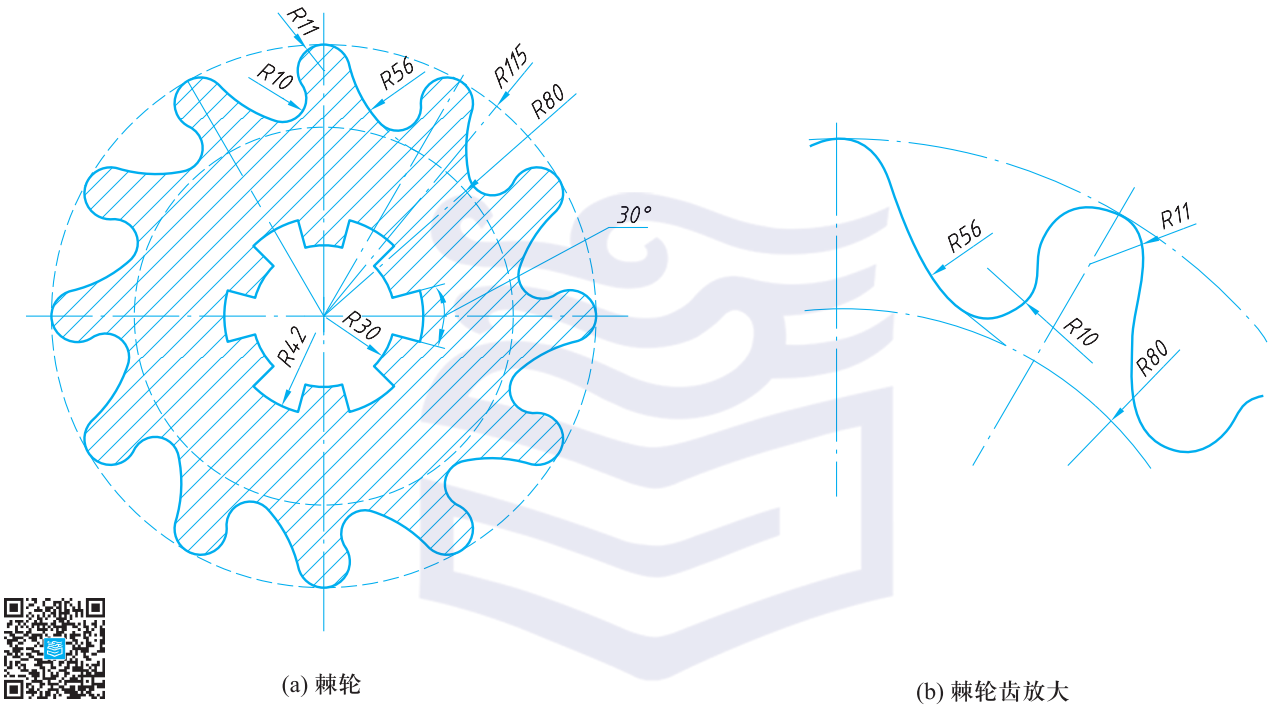
任务 2　绘制棘轮 >>>

任务目标

- 能正确判断周期性阵列的最小图形单元。
- 能使用合并命令对圆弧和直线等构成的图形单元进行合并。
- 能通过面积查询来计算指定图样的面积。

任务导入

以 1∶1 的比例绘制如图 6-13 所示棘轮图样，并查询棘轮的面积。



(a) 棘轮　　(b) 棘轮齿放大

图 6-13　棘轮图样

任务分析

本任务所画棘轮图样主要由圆弧构成，棘轮外轮廓为 12 个棘轮齿，所有棘轮齿均由圆弧构成。内孔上带有 6 个键槽。无论是棘轮外轮廓还是键槽均由多个相同的特征阵列而成，因此绘制的时候需要找到用于创建阵列特征的最小图形，这就是常见的“周期性阵列问题”。如棘轮外轮廓的最小阵列图形为两棘轮齿中心线的夹角部分，绘制时只需要绘制该夹角部分即可。同样的道理，内孔上的 6 个键槽，其创建阵列特征的最小阵列图形同样可为两键槽中心线间夹角的部分。绘制时可先绘制内孔上的 6 个键槽，接着绘制棘轮外轮廓，最后对棘轮的面积进行查询计算。

知识准备

1. 如何确定周期性阵列的最小单元

具有相同特征的旋转阵列图形的绘制，关键是确定这些相同特征中的最小单元，此类问题可归结为“周期性阵列问题”。

如图 6-14 所示的风车图形，显然粗实线部分为该图样的相同特征中的最小单元，因为它代表了 6 个相同特征。绘制图形的关键是该部分特征的绘制，虽然图 6-14 只给出了一个长度尺寸，其他的尺寸未知，但还是可以通过缩放命令来完成整个图样的绘制。

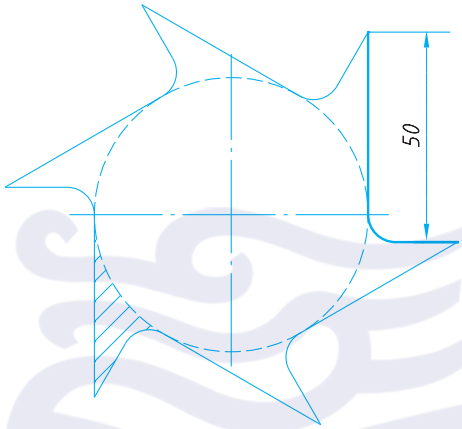
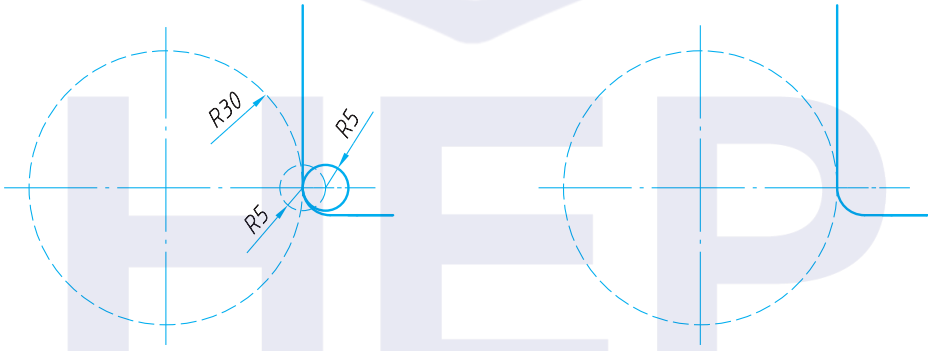


图 6-14　风车图形

绘制如图 6-15a 所示的圆与直线，接着进行编辑修改，将多余的圆与圆弧删除，编辑修改结果如图 6-15b 所示。



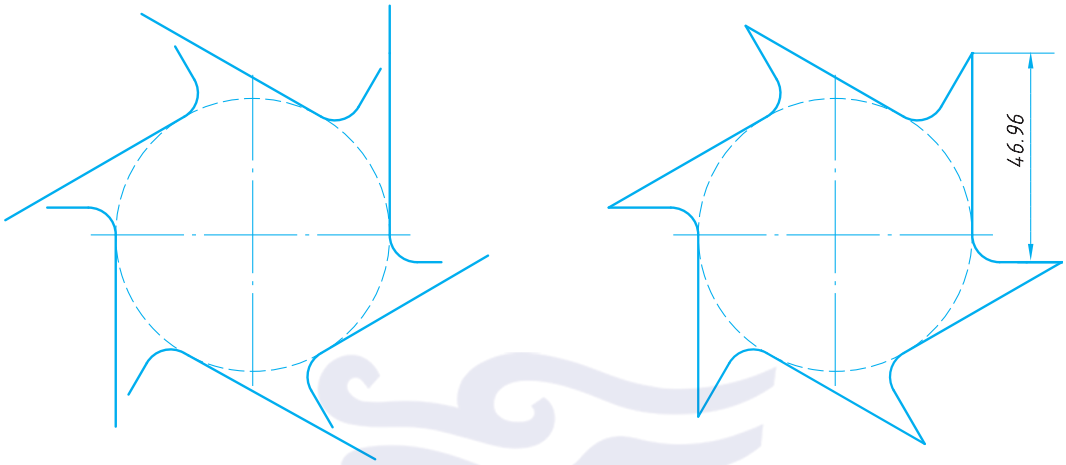
(a) 绘制圆与直线　　(b) 编辑修改结果

图 6-15　绘制最小单元

技术指导

值得注意的是，这里的“*R*30”与“*R*5”圆的尺寸只要保证具有一定倍数的差距即可，不能太相近，因为如果两者的半径相差不大的话，与小圆相连的水平直线将无法在后续的创建中体现出来。同时对于这两条直线，无法得知其具体的尺寸，只能在下一步阵列复制出来后再进行修剪。

以如图 6-15b 所示粗实线为旋转阵列特征，以最大圆的圆心为阵列中心，以非关联的形式创建 6 个阵列特征，如图 6-16a 所示。最后以倒圆角半径为“0”进行修剪，并标注其中的一长度尺寸，编辑修改结果如图 6-16b 所示。



(a) 阵列特征　　(b) 编辑修改结果

图 6-16　阵列

2. 如何使用缩放功能化解单一尺寸驱动绘图问题

选择如图 6-16b 所示的图形，在【修改】面板中单击【缩放】按钮，选择圆心为缩放基点，输入“R”，以选择【参照】选项，按空格键，选择如图 6-16b 所示线性尺寸“46.96”标注的上下两个端点，输入“50”，按空格键，缩放结果如图 6-17 所示，即可完成风车图形的创建。

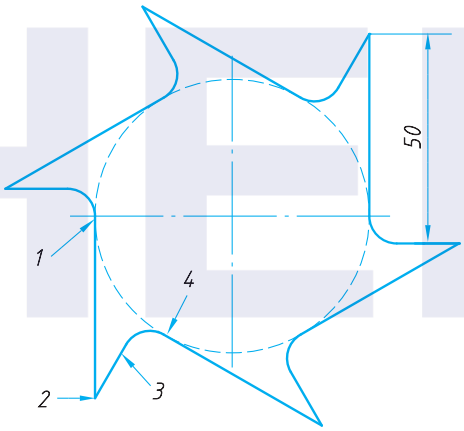


图 6-17　缩放结果

技术指导

对于这种只有一个尺寸来驱动其他图素的图样，一般可通过先绘制相似大小的图样再通过缩放功能中的【参照】选项来完成。

3. 如何查询图样的面积

使用面积查询方法可以查询圆、椭圆、封闭多段线、多边形、面域和三维实体的距离、封闭

面积、周长等。

在菜单栏选择【工具】→【查询】→【面积】命令，系统提示：

命令：　MEASUREGEOM

输入一个选项[距离(D)/半径(R)/角度(A)/面积(AR)/体积(V)/快速(Q)/模式(M)/退出(X)] <距离>：AR　　//点选【面积】选项

指定第一个角点或 [对象(O)/增加面积(A)/减少面积(S)/退出(X)] <对象(O)>：　//选择图 6-17 中的 1 点

指定下一个点或 [圆弧(A)/长度(L)/放弃(U)]：　　//选择图 6-17 中的 2 点

指定下一个点或 [圆弧(A)/长度(L)/放弃(U)]：　　//选择图 6-17 中的 3 点

指定下一个点或 [圆弧(A)/长度(L)/放弃(U)/总计(T)] <总计>：A　　//点选【圆弧】选项

指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或　　//选择图 6-17 中的 4 点(若发现方向不对可按 Ctrl 键以切换方向)

[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)]：

指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或　　//选择图 6-17 中的 1 点(若发现方向不对可按 Ctrl 键的同时选择 1 点)，按空格键

[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)]：

指定圆弧的端点(按住 Ctrl 键以切换方向)或

[角度(A)/圆心(CE)/闭合(CL)/方向(D)/直线(L)/半径(R)/第二个点(S)/放弃(U)]：

区域 = 209.922，周长 = 103.880

该区域的面积查询结果为 209.922 mm^2。

4. 创建面域

使用面域命令可将由直线和圆弧等构成的封闭轮廓进行转化，以方便计算该封闭轮廓的面积、周长或创建三维模型。一般的平面图形只有转化为面域后才能作为截面使用。

根据本书配套资源包中的“素材/模块六　绘制复杂二维图形/任务 2”文件夹中的“面域 . dwg”文件，如图 6-18 所示，在菜单栏选择【绘图】→【面域】命令，系统提示：

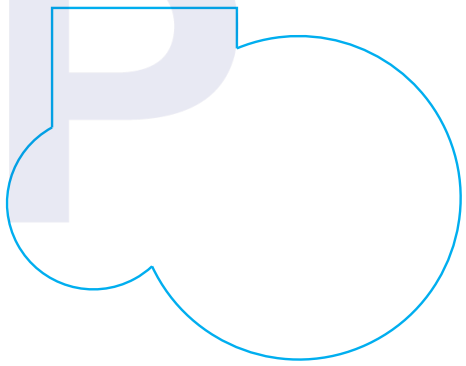


图 6-18　面域 . dwg

命令：_region

选择对象：指定对角点：找到 3 个　　//窗选所有图形，按空格键

选择对象：

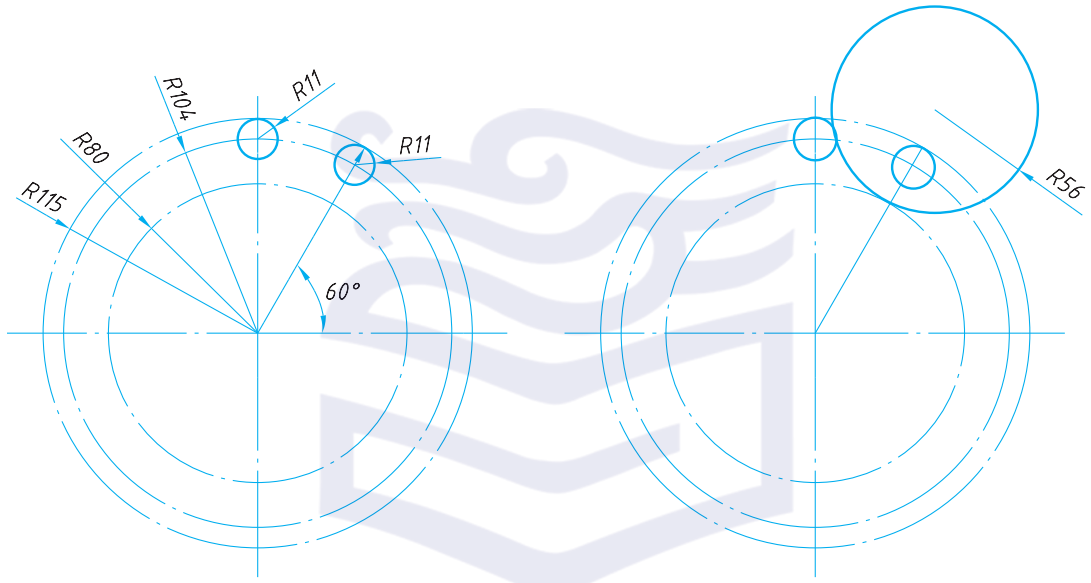
已提取 1 个环。

已创建 1 个面域。

完成面域的创建后，当用户再次选择该图样时，它就成为一个整体了。

任务实施

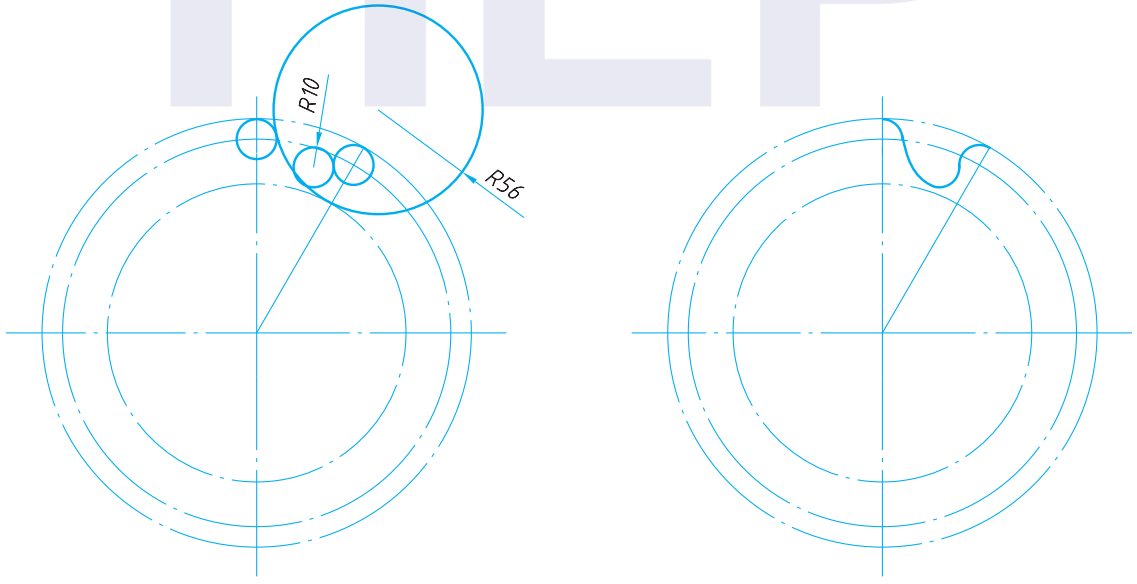
新建文件后，首先绘制棘轮图样的基本图素，如图 6-19a 所示（为便于观察这里对尺寸进行了标注）。使用圆的【相切、相切、半径】选项继续绘制分别与 *R*11 mm 圆和 *R*80 mm 圆相切的 *R*56 mm 圆，结果如图 6-19b 所示。



(a) 绘制基本图素　　(b) 绘制相切圆结果

图 6-19　绘制辅助圆

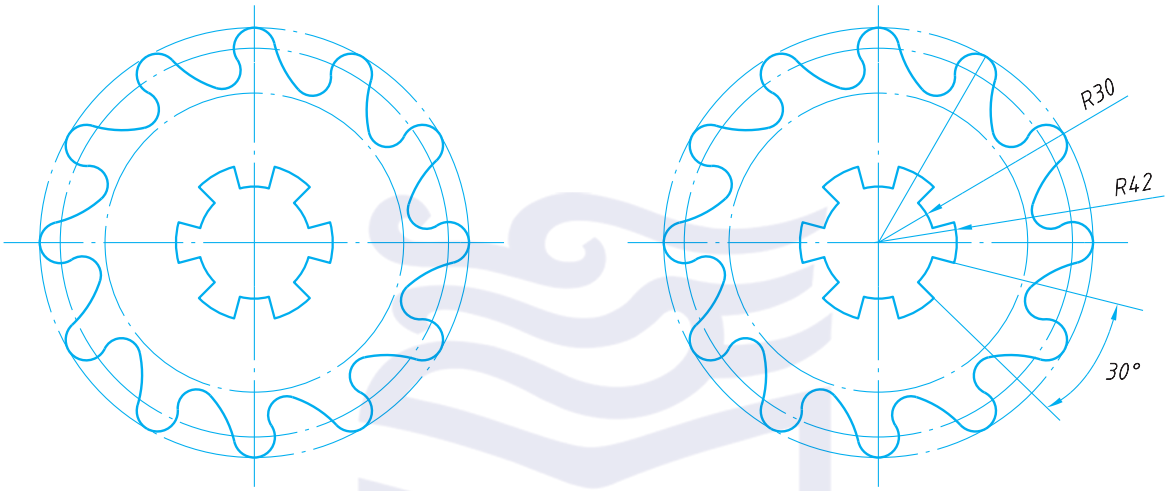
继续使用圆的【相切、相切、半径】选项绘制分别与 *R*11 mm 圆和 *R*56 mm 圆相切的 *R*10 mm 圆，结果如图 6-20a 所示。接着对多余的线进行修剪，修剪结果如图 6-20b 所示。



(a) 绘制相切圆结果　　(b) 修剪结果

图 6-20　绘制最小单元

采用环形阵列方式，以非关联的方式对如图 6-20b 所示最小单元进行阵列，阵列数量为 12，填充角度为 360°，阵列结果如图 6-21a 所示。继续以非关联的方式，采用阵列的方法绘制内孔特征，如图 6-21b 所示（为便于观察这里对尺寸进行了标注）。



(a) 阵列结果　　(b) 内孔特征

图 6-21　完成绘制

通过图层管理器，只显示棘轮的轮廓线。在菜单栏选择【绘图】→【面域】命令，选择所有的棘轮轮廓线，按空格键，完成棘轮轮廓面域的创建。继续采用相同的方法对内孔特征创建面域，结果如图 6-22 所示。

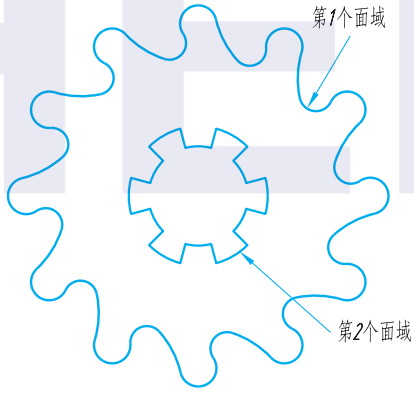


图 6-22　创建面域结果

在菜单栏选择【工具】→【查询】→【面积】命令，选择【面积】选项，选择如图 6-22 所示第 1 个面域的轮廓线，系统显示其面积为 30728.574 mm^2，如图 6-23 所示。按空格键，选择【面积】选项，选择如图 6-22 所示第 2 个面域的轮廓线，系统显示其面积为 4184.601 mm^2，如图 6-24 所示。棘轮的面积为 26543.973 mm^2（30728.574 mm^2-4184.601 mm^2）。至此任务完成。

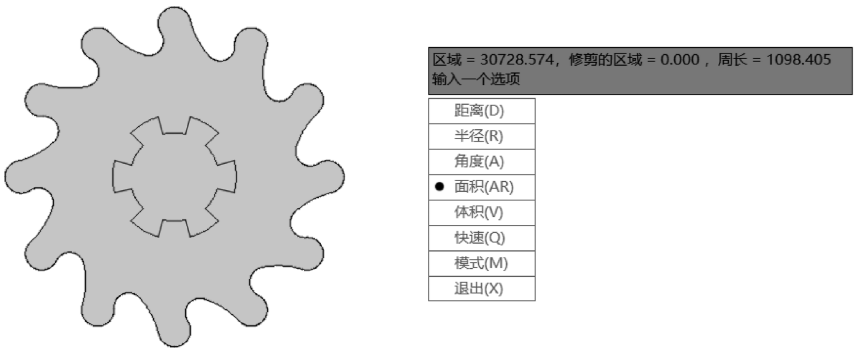


图 6-23　查询第 1 个面域的面积

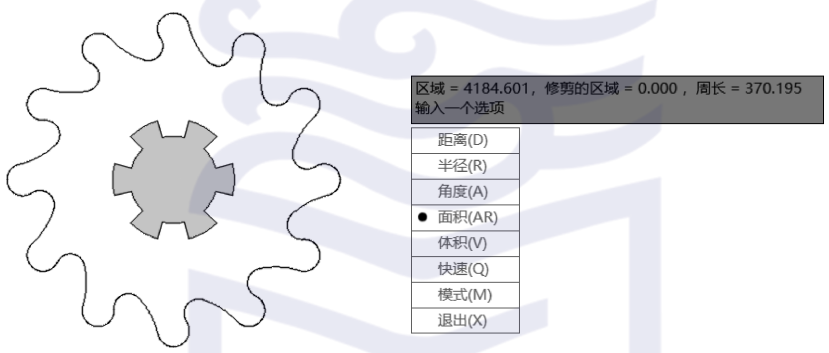


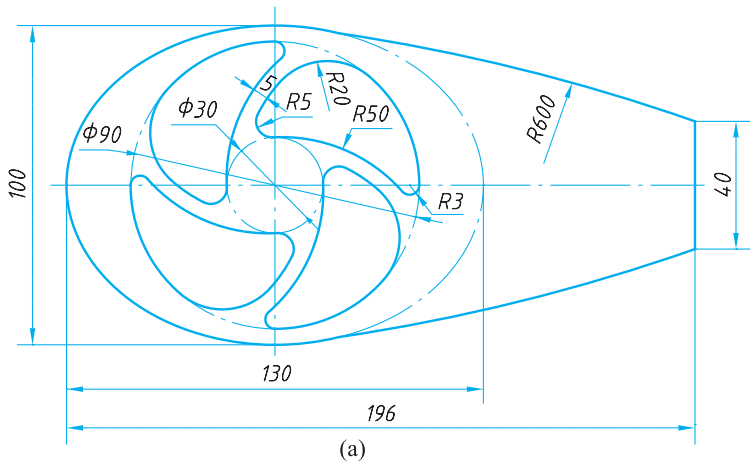
图 6-24　查询第 2 个面域的面积

任务总结

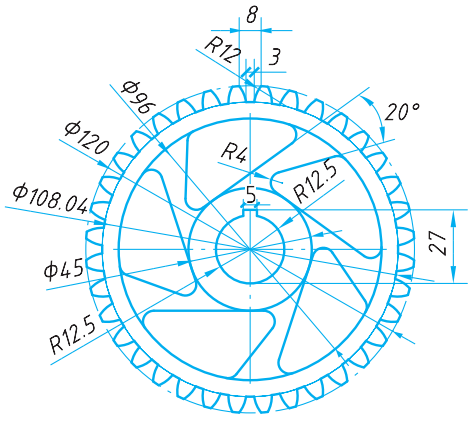
本任务通过棘轮的绘制和面积查询，学习了周期性阵列的绘制方法，即通过几何分析找到最小图形单元再进行复制，从而获得整个图样。本任务还介绍了利用缩放功能实现用某一尺寸来驱动整个图形的绘制技巧。这些方法需要一定的几何思维，需要读者加强训练。图样面积查询方法的介绍相对简单，希望读者举一反三，掌握更多查询方法。

提高练习

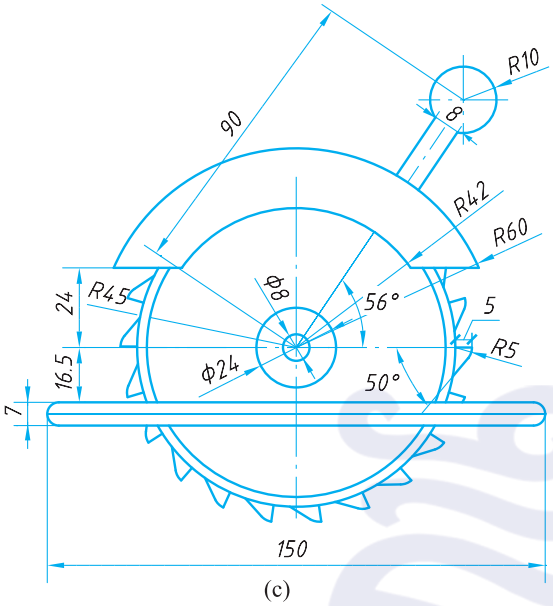
根据图 6-25 所示尺寸标注以 1∶1 的绘图比例进行抄绘。



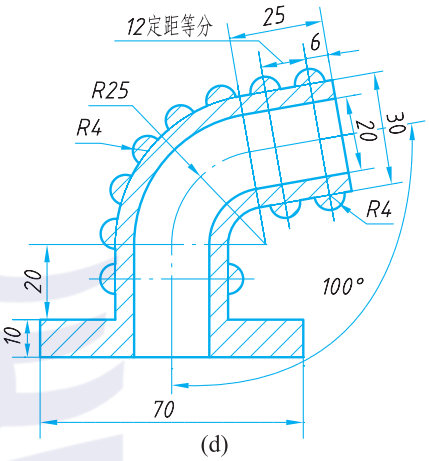
(a)



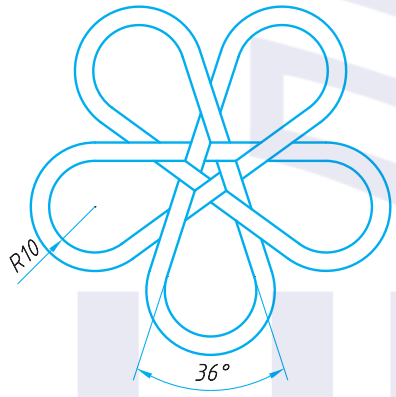
(b)


R10
8
90
R42
R60
24
R45
φ8
56°
5
R5
16.5
φ24
50°
7
150

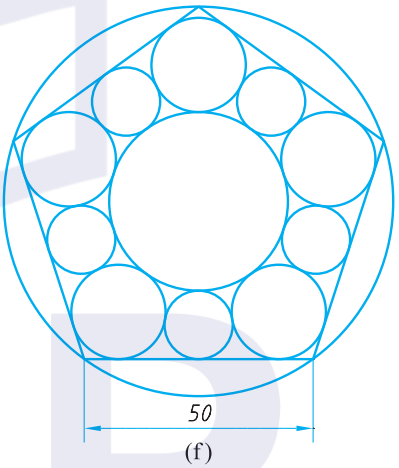
(c)


12定距等分
25
6
R25
R4
20
30
R4
20
100°
10
70

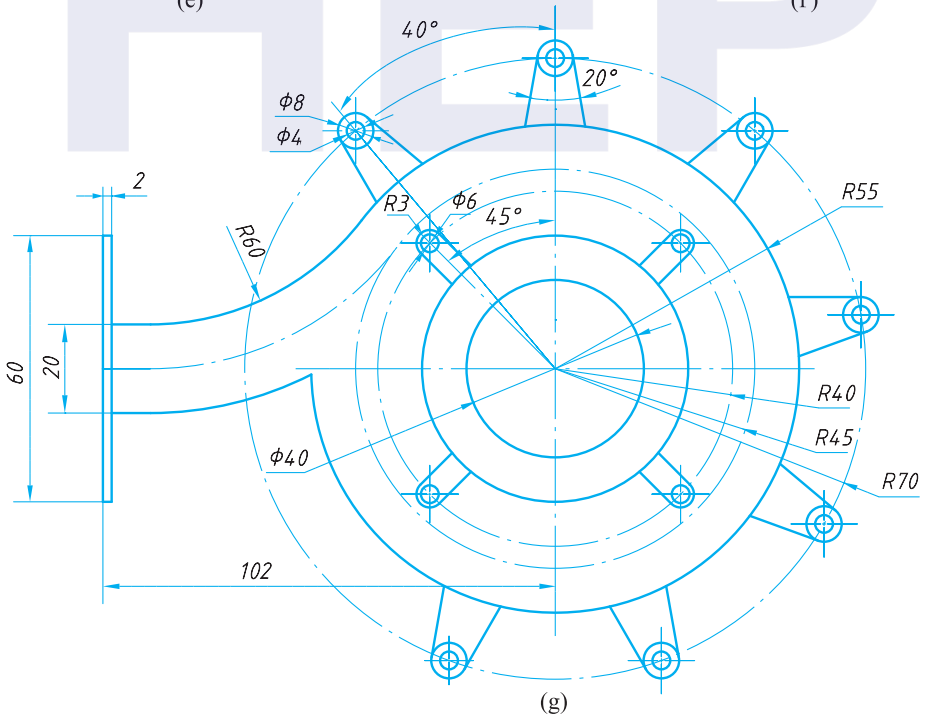
(d)


R10
36°

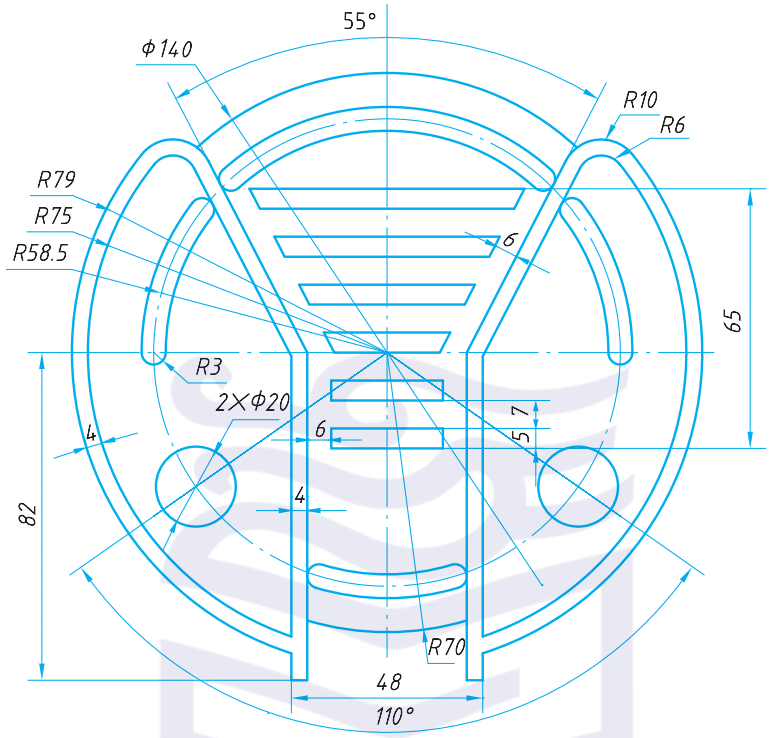
(e)


50

(f)


40°
20°
φ8
φ4
2
R3
φ6
45°
R55
R60
60
20
R40
R45
φ40
R70
102

(g)



(h)

图 6-25　提高练习图

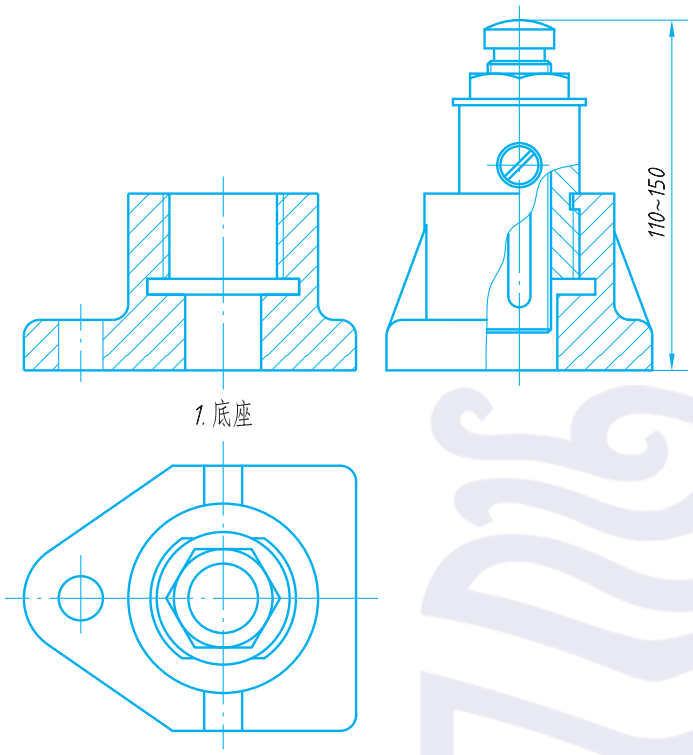
任务 3　装配螺旋千斤顶 >>>

任务目标

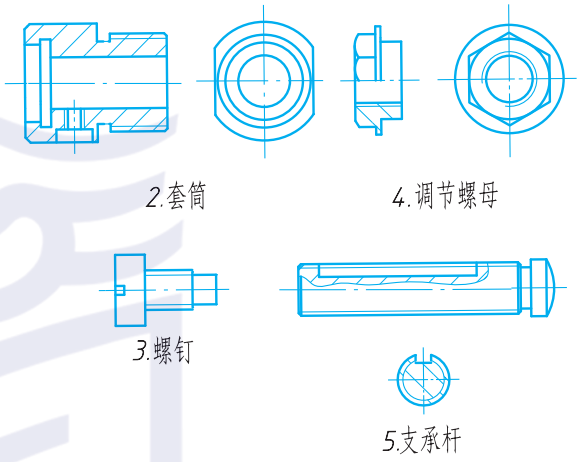
➢ 能根据各组合零件的装配关系进行装配。

任务导入

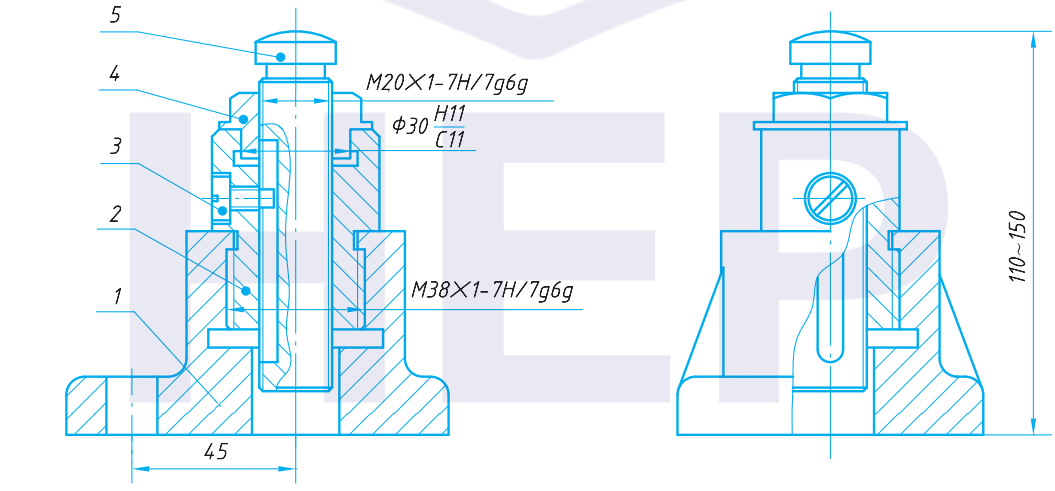
根据本书配套资源包中的“素材/模块六　绘制复杂二维图形/任务 3”文件夹中的“螺旋千斤顶 . dwg”文件，以图 6-26a 作为装配基础，按文件内提供的套筒、调节螺母、螺钉、支承杆（图 6-26b）等零件完成装配，装配完成后须标注序号及关键尺寸，装配结果如图 6-26c 所示。

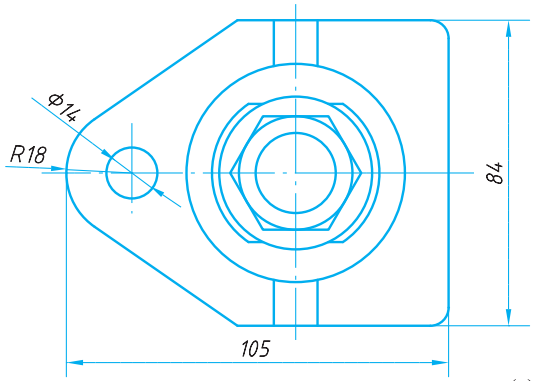


(a) 装配基础



(b) 各零部件





1.底座
2.套筒
3.螺钉
4.调节螺母
5.支承杆

(c) 装配结果

图 6-26　螺旋千斤顶

任务分析

该螺旋千斤顶由5个零件组成，主要是在底座主视图的基础上完成零件的装配。底座为螺旋千斤顶的主体，调节螺母作为中间零件分别与底座和支承杆连接，螺钉安装在调节螺母上起到固定作用，支承杆起到支承物体的作用。装配时可根据各零件的特点与作用分别进行装配，最后再进行标号与标注。

知识准备

使用对齐命令可快速将实体按照指定的方式对齐，具有操作简单、快捷实用的特点。操作时需要指定一对、两对或三对源点和定义点以移动、旋转或倾斜选定的对象，从而将它们与其他对象上的点对齐。

打开本书配套资源包中的“素材/模块六　绘制复杂二维图形/任务3”文件夹中的“对齐.dwg”文件，如图6-27所示。

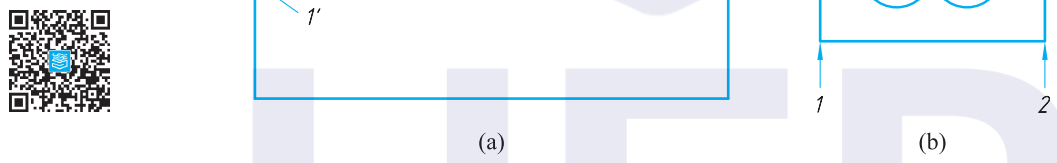


图6-27　对齐.dwg

在菜单栏选择【修改】→【三维操作】→【对齐】命令或在命令行输入“ALIGN”（可简写为AL），系统提示：

命令：_align
选择对象：指定对角点：找到4个　　//窗选如图6-27b所示图形为源对象
选择对象：　　//按空格键
指定第一个源点：　　//选择如图6-27b所示的1点
指定第一个目标点：　　//选择如图6-27a所示的1′点
指定第二个源点：　　//选择如图6-27b所示的2点
指定第二个目标点：　　//选择如图6-27a所示的2′点
指定第三个源点或 <继续>：　　//按空格键
是否基于对齐点缩放对象？[是(Y)/否(N)] <否>：　　//输入“Y”，按空格键

对齐结果如图6-28所示。

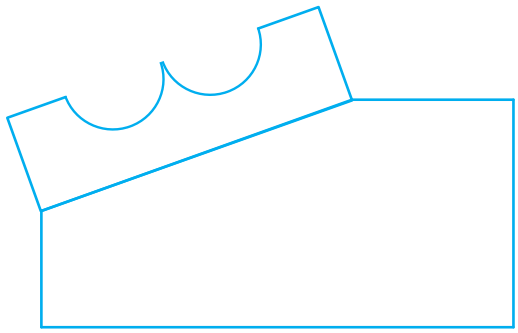


图 6-28　对齐结果

技术指导

使用对齐命令时，对二维图形一般只需使源对象与目标对象按一个或两个端点进行对正即可，但在三维实体中可能需要 3 个端点进行对正。对正后源对象的第一点与目标对象的第一点重合，源对象的第二点与目标对象的第二点却不一定重合。

采用对齐命令只要定出需要对齐的点后即可实现任意对齐配对，不管当前需要对齐的图样所处的状态如何，如本例中图 6-27b 的源对象与需要对齐的线并不重合或平行，同时大小不一。在实际操作过程中除了采用对齐命令进行配对外，还可以采用平移、复制等方法进行配对，用户可以根据需要进行选择。

任务实施

打开本书配套资源包中的“素材/模块六　绘制复杂二维图形/任务 3”文件夹中的“螺旋千斤顶 . dwg”文件，如图 6-29 所示。

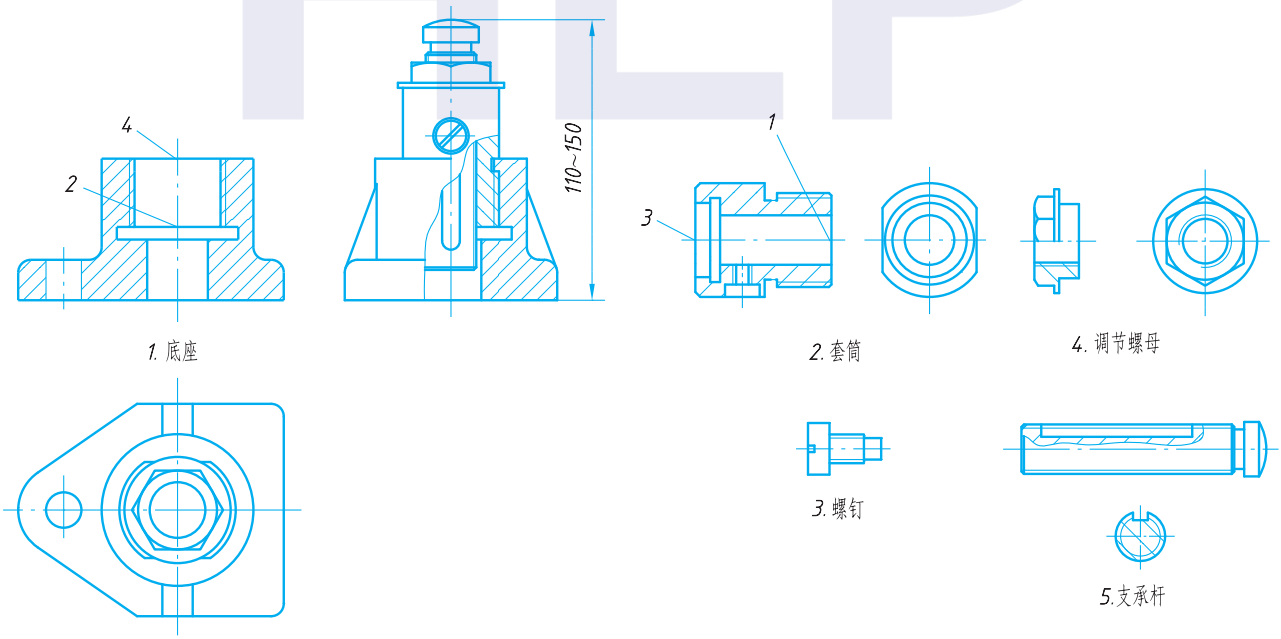


图 6-29　螺旋千斤顶 . dwg

技术指导

为方便后续的操作，建议在装配前先复制一份源文件，放到同一个文件夹里即可。

输入“AL”，按空格键，选择套筒的剖视图，按空格键，分别按照如图 6-29 所示的 1、2、3、4 的顺序选择对齐点，按两次空格键，装配套筒结果如图 6-30 所示。

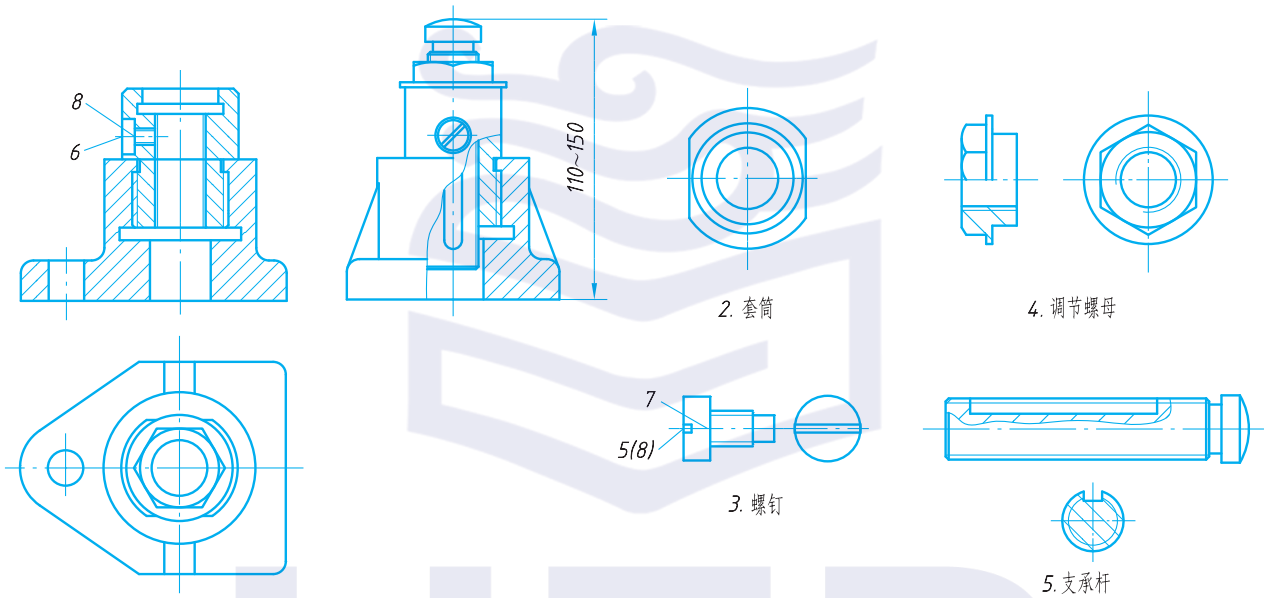


图 6-30　装配套筒结果

输入“AL”，按空格键，选择螺钉，按空格键，分别按照如图 6-30 所示的 5、6、7、8 的顺序选择对齐点，按两次空格键，装配螺钉结果如图 6-31 所示。

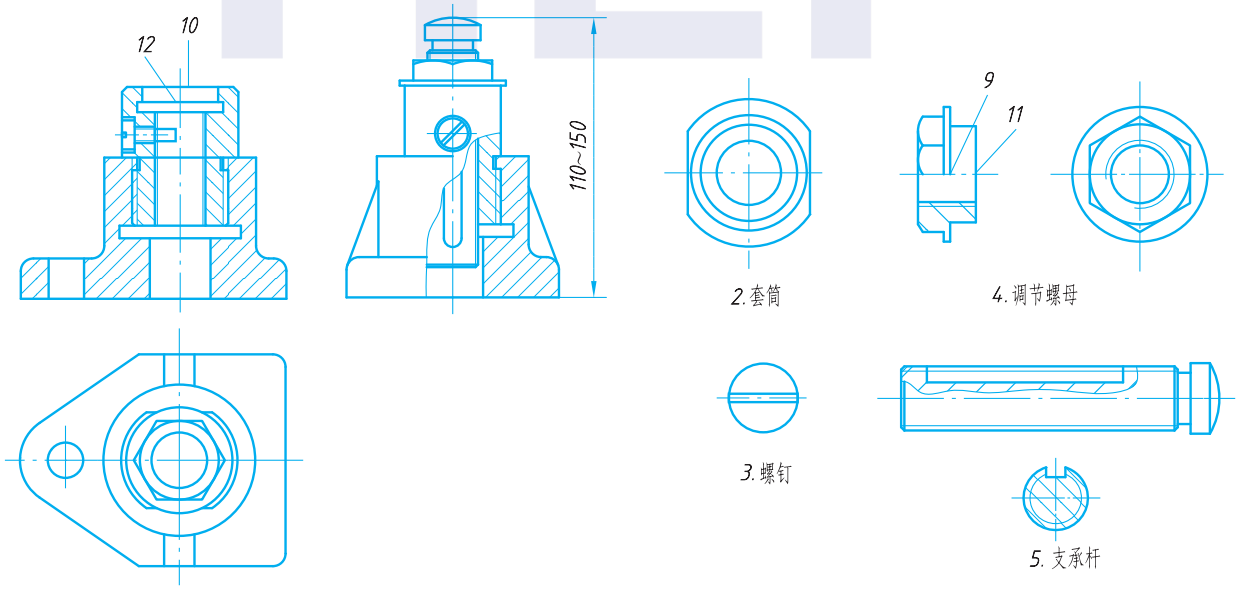


图 6-31　装配螺钉结果

输入“AL”，按空格键，选择调节螺母，按空格键，分别按照如图 6-31 所示的 9、10、11、12 的顺序选择对齐点，按两次空格键，装配调节螺母结果如图 6-32 所示。

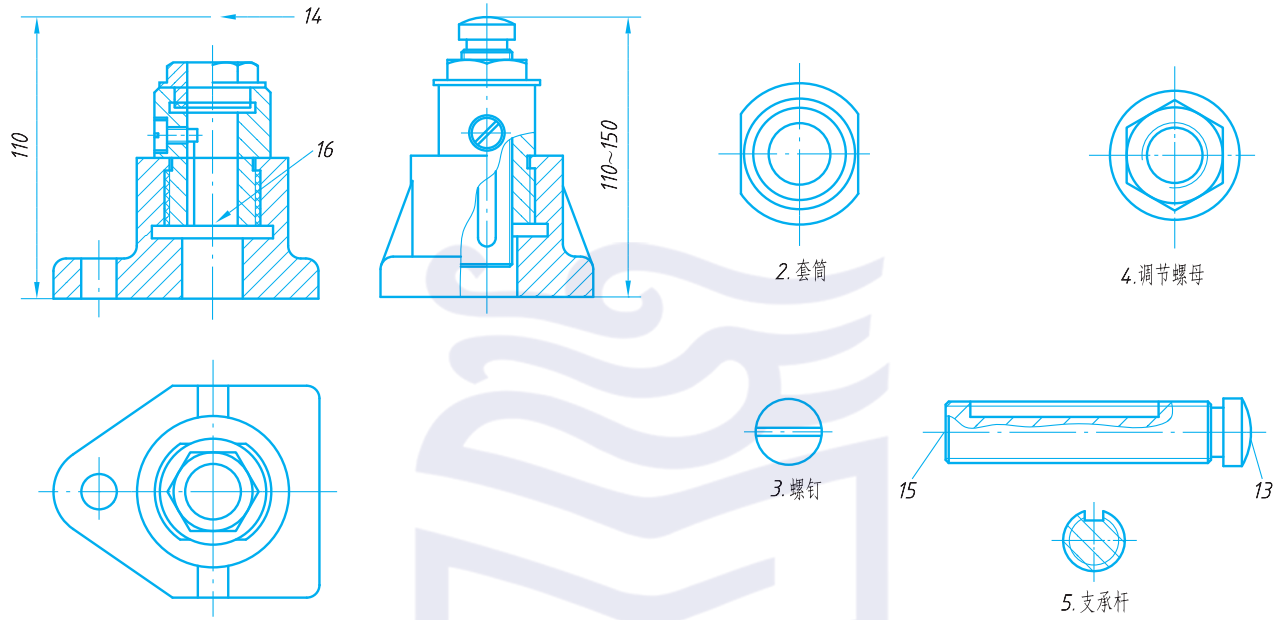


图 6-32　装配调节螺母结果

使用偏移命令，将底座的底边向上偏移“110”。输入“AL”，按空格键，选择支承杆后按空格键，分别按照如图 6-32 所示的 13、14、15、16 的顺序选择对齐点，按两次空格键，装配支承杆结果如图 6-33 所示。

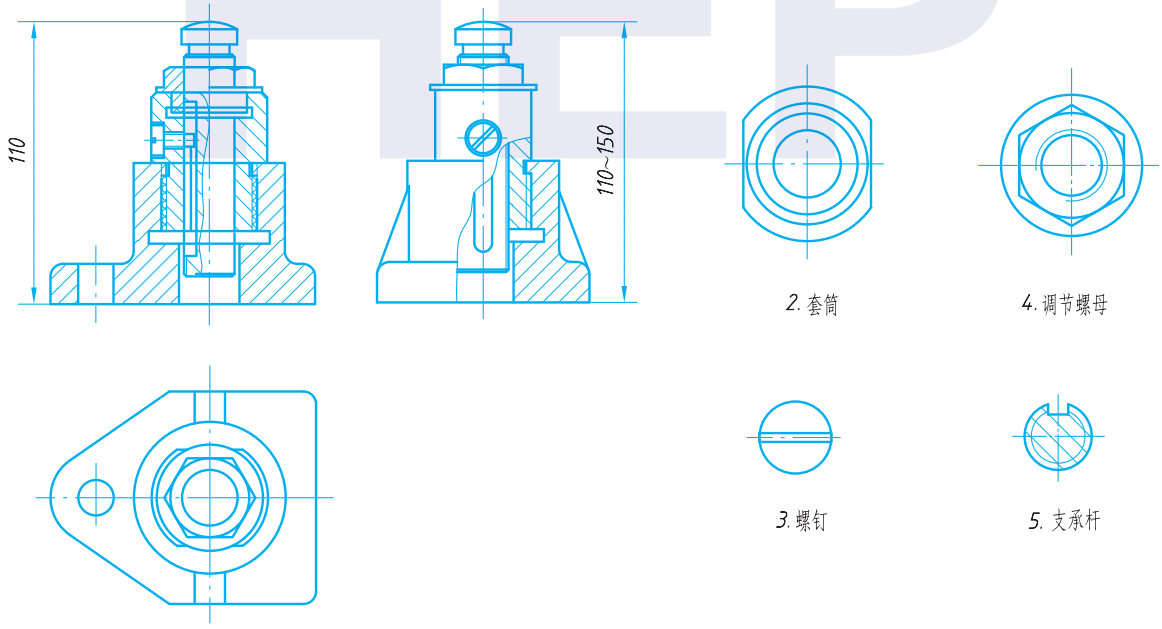


图 6-33　装配支撑杆结果

对与支承杆相交的零件进行编辑删除，最后分别进行序号和尺寸标注，装配结果如图 6-34 所示。

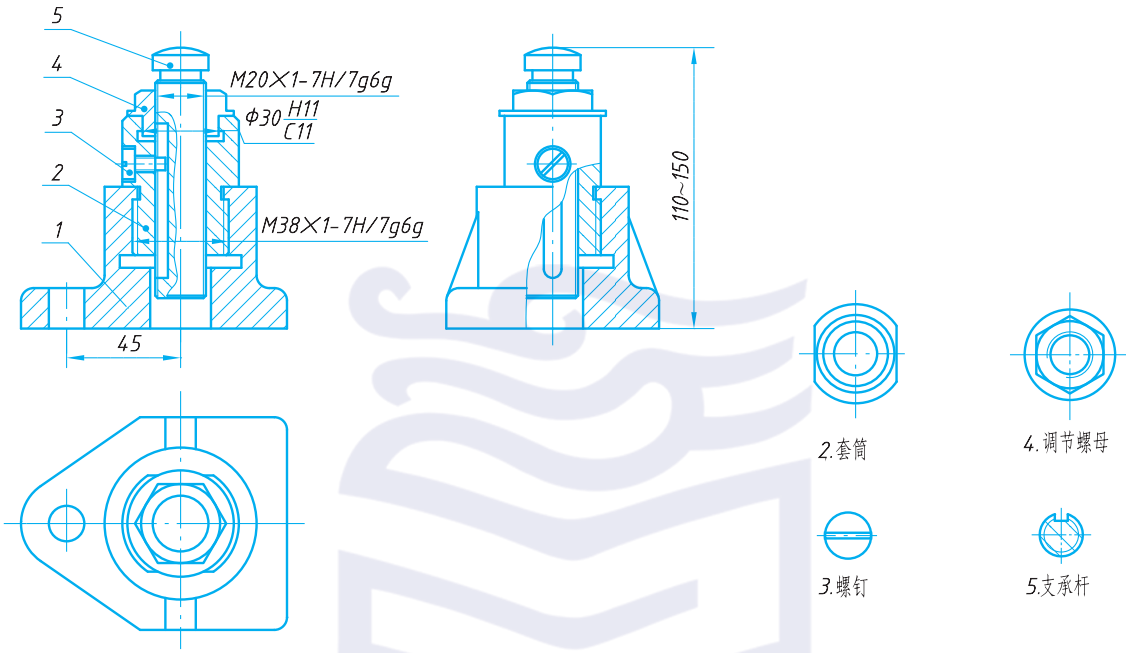


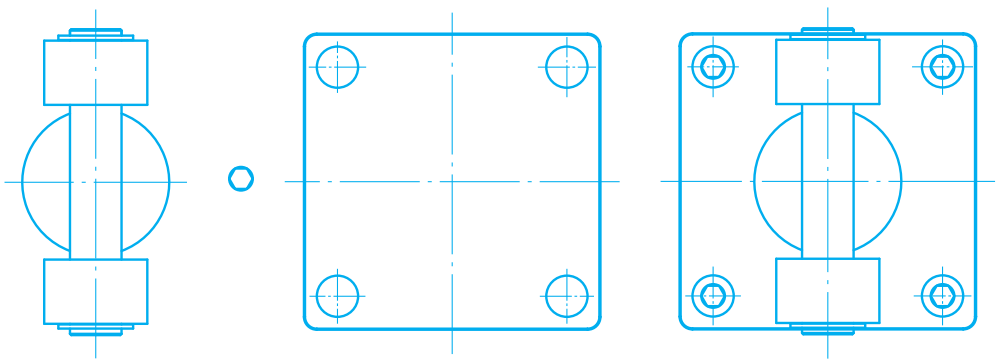
图 6-34　装配结果

任务总结

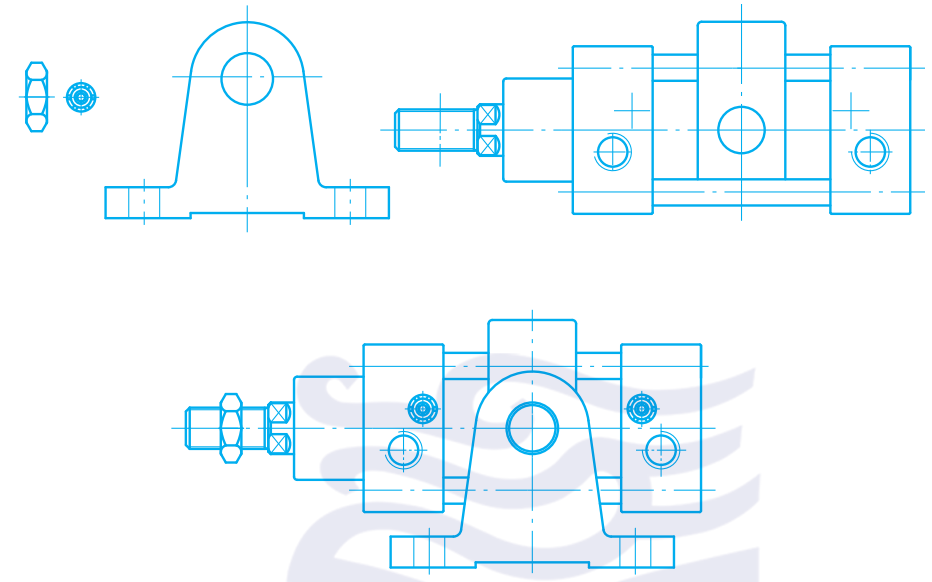
本任务主要使用对齐命令来完成零部件的装配。采用旋转、复制和平移的方法也可以实现装配，但是对齐命令更加快捷方便。

提高练习

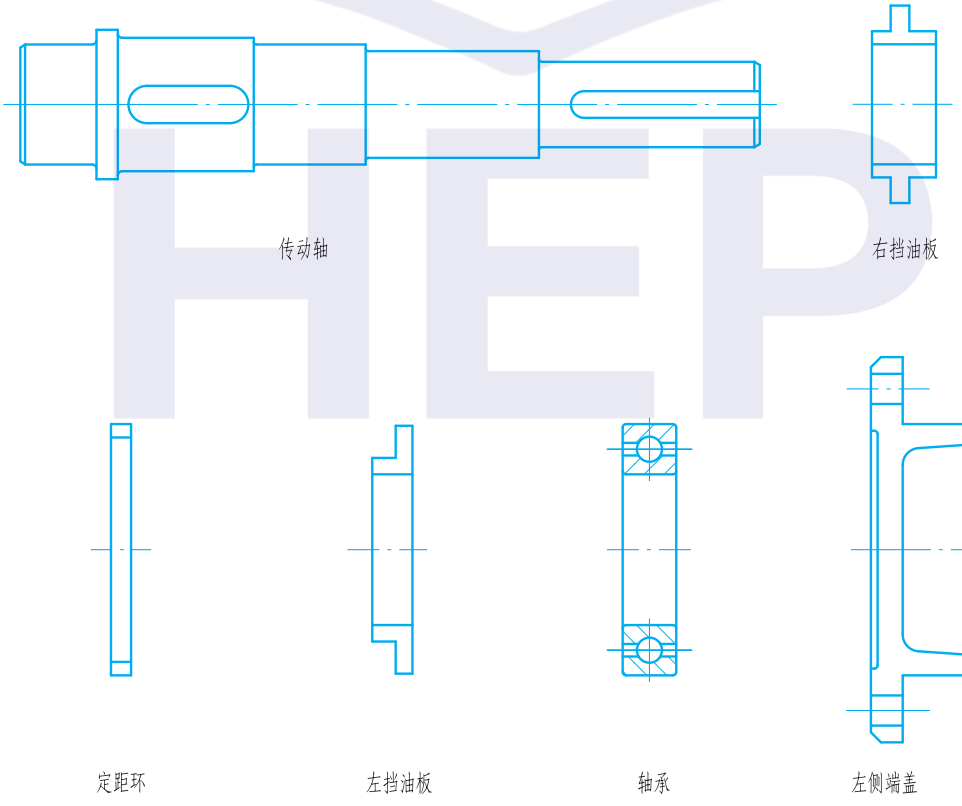
根据本书配套资源包中的“素材/模块六　绘制复杂二维图形/任务 3”文件夹中的“TG6-3. dwg”文件，完成装配，如图 6-35 所示。



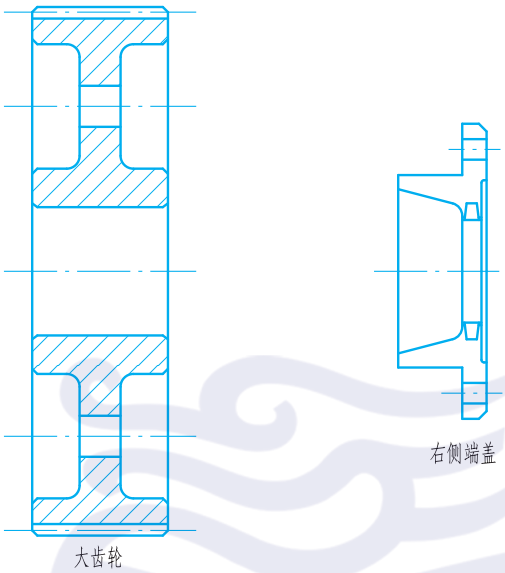
(a)



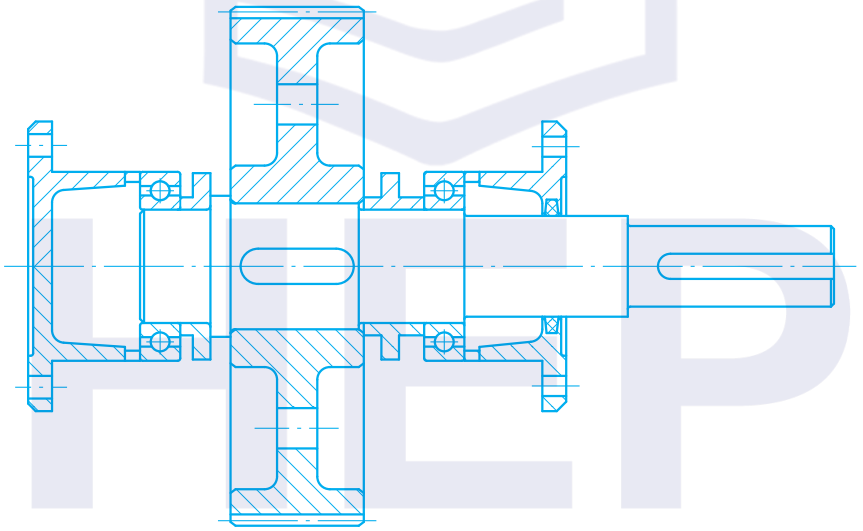
(b)



(c)



(d)



(e)

图 6-35 提高练习图

模块七

三维造型

随着高版本 AutoCAD 软件的不断推出，AutoCAD 的三维造型功能越来越强大，在操作上同样具有操作简单、易上手的特点。在进行三维造型设计时创建截面需要结合前面二维绘图所学习的相关命令。细致分析截面所在的平面，以创建相适应的用户坐标系。用户需要灵活创建用户坐标系，以提高造型设计能力。

任务 1　绘制带轮 >>>

任务目标

- 能根据要求创建用户坐标系。
- 能运用实体造型的基本、拉伸、旋转的方法创建实体，并进行倒角和倒圆角。
- 能根据需要设置视角和视觉样式。
- 能运用布尔运算建模。
- 能利用三维阵列功能创建特征。

任务导入

绘制如图 7-1 所示的带轮图形。

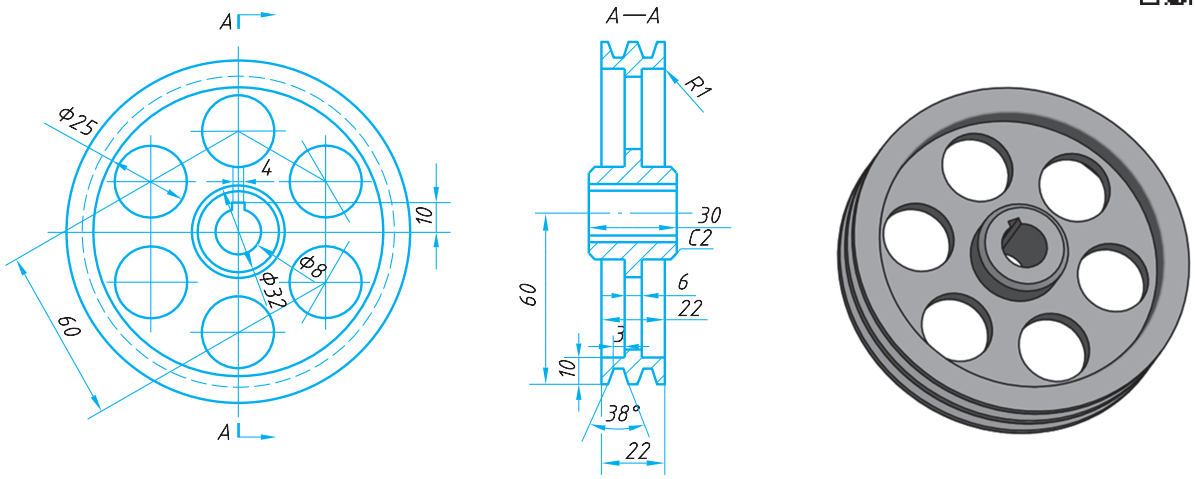


图 7-1　带轮

任务分析

本任务的带轮为孔板式带轮，工作部分轮缘为 V 形槽，轮辐中均布了 6 个孔，中心孔带键槽。绘制时可先以工作部分轮缘作为旋转对象，以创建带轮的主体，接着以阵列的形式创建 6 个通孔，然后创建中心带键槽的孔，最后进行倒角和倒圆角处理。

知识准备

1. 启用三维建模空间

AutoCAD 软件中三维建模需要进入三维绘图空间，AutoCAD 软件分别提供了三维基础和三维建模两个专门用于三维绘图的空间，通常情况下是在三维建模空间中开展三维模型的设计活动。

只需单击状态栏上的【切换工作空间】下拉按钮 ，从菜单中选择【三维建模】命令，如图 7-2 所示，即可进入三维建模空间。

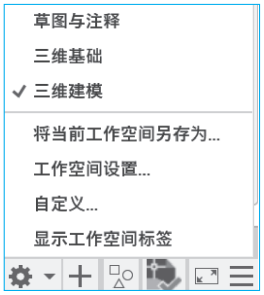


图 7-2 选择【三维建模】选项

三维建模环境如图 7-3 所示。

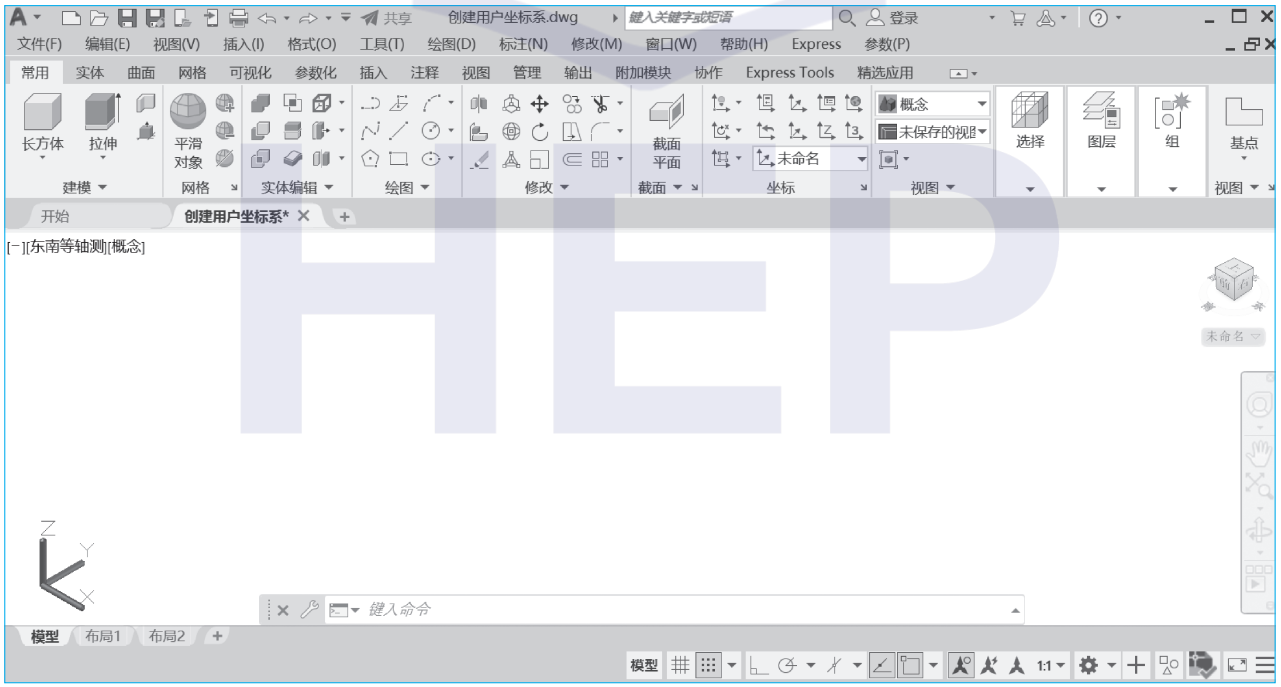


图 7-3 三维建模环境

2. 基本实体造型

基本实体包括多段体、长方体、球体、圆柱体、圆环体和棱锥体等。这些实体造型特征命令集中在建模工具栏，编辑命令则集中在实体编辑工具栏中，如图 7-4 所示。这里以创建圆柱体为例，简单介绍一下基本实体造型的方法。

(a) 建模工具栏

(b) 实体编辑工具栏

图 7-4　建模工具栏和实体编辑工具栏

在图 7-4a 所示的建模工具栏中单击【圆柱体】按钮，系统提示：

命令：_cylinder

指定底面的中心点或［三点(3P)/两点(2P)/切点、切点、半径(T)/椭圆(E)］：0,0,0

　　//输入："0,0,0"，指定底面中心

指定底面半径或［直径(D)］<100.0000>:100　　//输入半径"100"

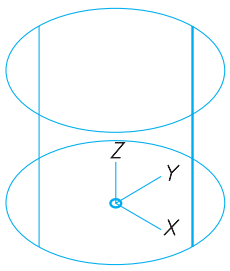
指定高度或［两点(2P)/轴端点(A)］<150.0000>:　　//输入高度"150"

得到二维线框如图 7-5a 所示。

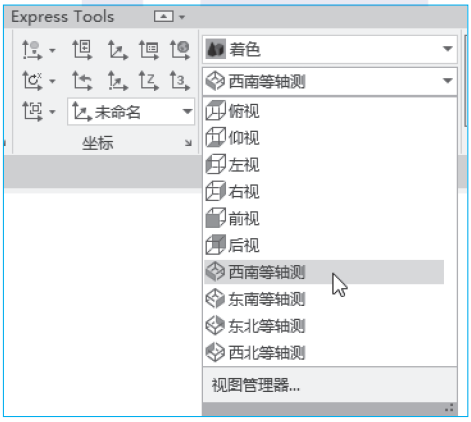
3. 设置视角

为便于观察，可对视角进行调整，如设置俯视图、西南等轴测图等。一般情况下以西南等轴测图作为主要视图。

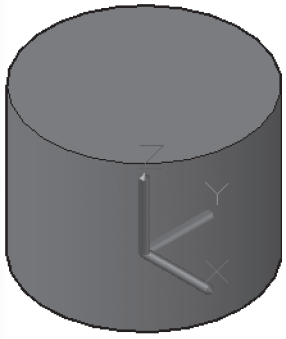
在菜单栏选择【视图】→【三维视图】→【西南等轴测】命令或在视图控件工具栏上单击，在下拉选项中选择【西南等轴测】选项，如图 7-5b 所示。



(a) 二维线框



(b)【西南等轴测】选项



(c) 着色效果

图 7-5　视觉控制

4. 视觉样式

通过视觉样式控件工具栏，用户可设置不同的视觉样式。在视觉样式控件工具栏上单击，在下拉选项中选择【着色】选项，如图 7-6 所示，着色效果如图 7-5c 所示。其他视觉样式用户可自行尝试。

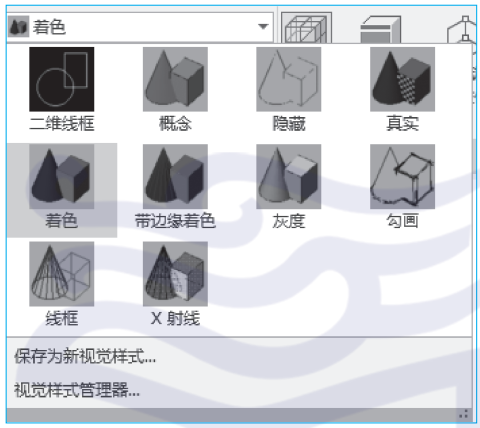


图 7-6 【着色】选项

技术指导

对于所创建三维模型的颜色，用户可通过图层中的【颜色】选项进行设置。

5. 用户坐标系

创建三维模型时，坐标系的运用非常重要。有了三维坐标系后，后续方便使用直角坐标或极坐标来定位，从而有效精准绘图。此外，在创建三维图形时，还可使用柱坐标系和球坐标系来定义点。

5.1 柱坐标系

柱坐标系使用 *XY* 平面上的角度和沿 *Z* 轴的距离来表示，其格式如下：

绝对坐标：*XY* 平面距离<*XY* 平面角度，*Z* 轴距离

相对坐标：@ *XY* 平面距离<*XY* 平面角度，*Z* 轴距离

5.2 球坐标系

球坐标系有点到原点的距离、在 *XY* 平面上的角度、和 *XY* 平面的夹角 3 个参数，其格式如下：

绝对坐标：到原点的距离<*XY* 平面角度<和 *XY* 平面的夹角

相对坐标：@ 到原点的距离<*XY* 平面角度<和 *XY* 平面的夹角

下面介绍创建用户坐标系的方法：

打开本书配套资源包中的“素材/模块七　三维造型/任务 1”文件夹中的“创建用户坐标系 . dwg”,如图 7-7 所示。在命令行输入“UCS”,系统提示:

命令:_UCS

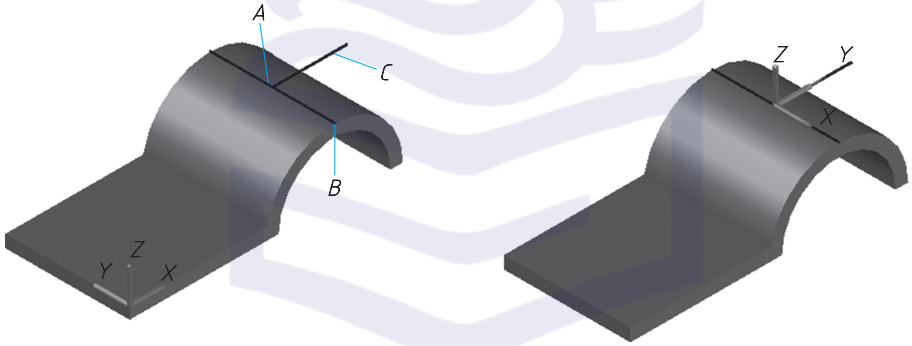
当前 UCS 名称:*没有名称*

指定 UCS 的原点或[面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]<世界>:　　//移动用户坐标系到如图 7-2a 所示的两直线的交点,即 *A* 点

指定 X 轴上的点或 <接受>:　　//旋转移动 *X* 轴到 *B* 点单击

指定 XY 平面上的点或 <接受>:　　//旋转移动 *X* 轴到 *C* 点单击

创建结果如图 7-7b 所示。



(a) 创建位置示意　　(b) 创建结果

图 7-7　创建用户坐标系 . dwg

技术指导

若用户需旋转用户坐标系中某一坐标轴,可在系统提示:“指定 UCS 的原点或[面(F)/命名(NA)/对象(OB)/上一个(P)/视图(V)/世界(W)/X/Y/Z/Z 轴(ZA)]<世界>:”时,输入相应的坐标轴,如输入“X”,则旋转 *X* 轴,接着输入角度即可。

在实际应用中,用户还可以直接单击选择用户坐标系,接着再次长按用户坐标系的原点即可移动用户坐标系到指定位置。若单击某坐标轴,则可动态旋转坐标系。

6. 布尔运算

布尔运算是将集合中的差集、并集、交集操作推广到实体中的一种运算方式。与二维中的布尔运算相同,三维建模中布尔运算同样包括差集、并集、交集三种运算方式。

6.1　差集运算

差集运算通过先指定被切割对象,然后指定切割对象来实现对被切割对象的切割,从而形成新的造型。

打开本书配套资源包的“素材/模块七　三维造型/任务 1”文件夹中的“布尔运算 . dwg”文件,在菜单栏选择【修改】→【实体编辑】→【差集】命令或在【实体】选项卡中单击【差集】按钮,系统提示:

命令: _subtract 选择要从中减去的实体、曲面和面域 . . .

选择对象: 找到 1 个　　//选择如图 7-8a 所示的被切割对象,按空格键

选择对象: 选择要减去的实体、曲面和面域 . . .

选择对象: 找到 1 个　　//选择如图 7-8a 所示的切割对象,按空格键

选择对象:

差集结果如图 7-8b 所示。

6.2　并集运算

并集运算是将两个原本独立的个体合并为一个个体,即在原来的基础上进行增加。

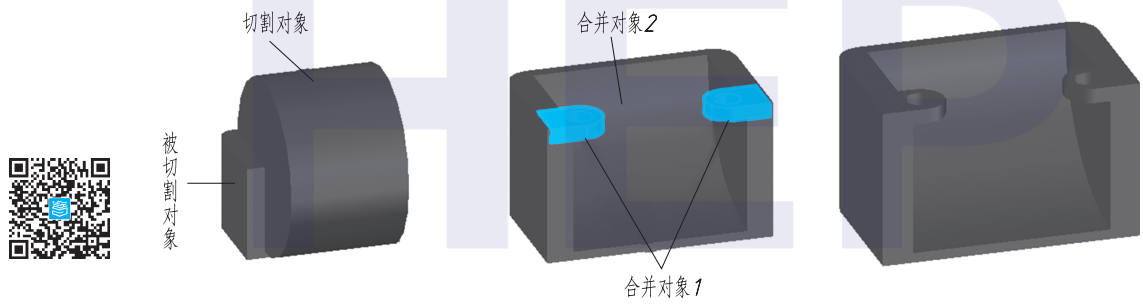
在菜单栏选择【修改】→【实体编辑】→【并集】命令或在实体编辑工具栏上单击【并集】按钮,系统提示:

命令: _union

选择对象: 找到 1 个　　//分别选择如图 7-8b 所示的合并对象 1 和合并对象 2,按空格键

选择对象: 找到 1 个,总计 2 个

并集结果如图 7-8c 所示。



(a) 选择对象　　(b) 差集结果　　(c) 并集结果

图 7-8　创建面域

6.3　交集运算

交集运算是求出两个独立个体相交的公共部分,从而变为一个新的个体。

技术指导

三维实体造型中常采用布尔运算进行复杂造型的创建。

7. 拉伸实体

通过拉伸实体功能可将一个二维封闭图形作为拉伸对象，沿 Z 轴或某个方向拉伸成实体。拉伸对象亦称为断面，可以是任何 2D 封闭多段线、圆、椭圆、封闭样条曲线和面域。

打开本书配套资源包中的“素材/模块七　三维造型/任务 1”文件夹中的“拉伸实体. dwg”，在菜单栏选择【绘图】→【建模】→【拉伸】命令或在建模工具栏上单击【拉伸】按钮，系统提示：

命令：_extrude
当前线框密度：　ISOLINES=4，闭合轮廓创建模式　=　实体
选择要拉伸的对象或［模式(MO)］：_MO 闭合轮廓创建模式［实体(SO)/曲面(SU)］<实体>：_SO
选择要拉伸的对象或［模式(MO)］：找到 1 个　　//选择如图 7-9b 所示的差集面域
选择要拉伸的对象或［模式(MO)］：　　//按空格键
指定拉伸的高度或［方向(D)/路径(P)/倾斜角(T)/表达式(E)］<10.0　//输入拉伸高度“10.0”

拉伸结果如图 7-9 所示。

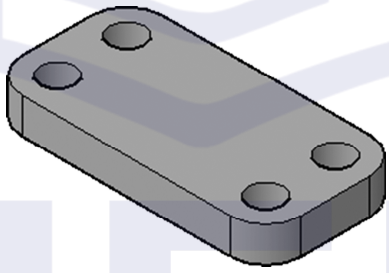


图 7-9　拉伸结果

技术指导

指定二维封闭图形对象沿 Z 轴方向拉伸，需指定拉伸的高度和倾斜角度。其中，拉伸高度值可为正或为负，表示拉伸方向，与当前用户坐标系 Z 轴正方向一致的方向为正，反之为负。拉伸角度也可为正或为负。

8. 旋转实体

通过旋转实体功能可将一个二维封闭图形绕着指定的轴旋转生成实体。

打开本书随书配套资源包中的“素材/模块七　三维造型/任务 1”文件夹中的“旋转 . dwg”，如图 7-10a 所示。在菜单栏选择【绘图】→【建模】→【旋转】命令或在建模工具栏上单击【旋转】按钮，系统提示：

命令：_revolve
当前线框密度：　ISOLINES=4，闭合轮廓创建模式　=　实体
选择要旋转的对象或［模式(MO)］：_MO 闭合轮廓创建模式［实体(SO)/曲面(SU)］<实体>：_SO

选择要旋转的对象或［模式(MO)］：找到 1 个　　//选择如图 7-10a 所示的旋转截面

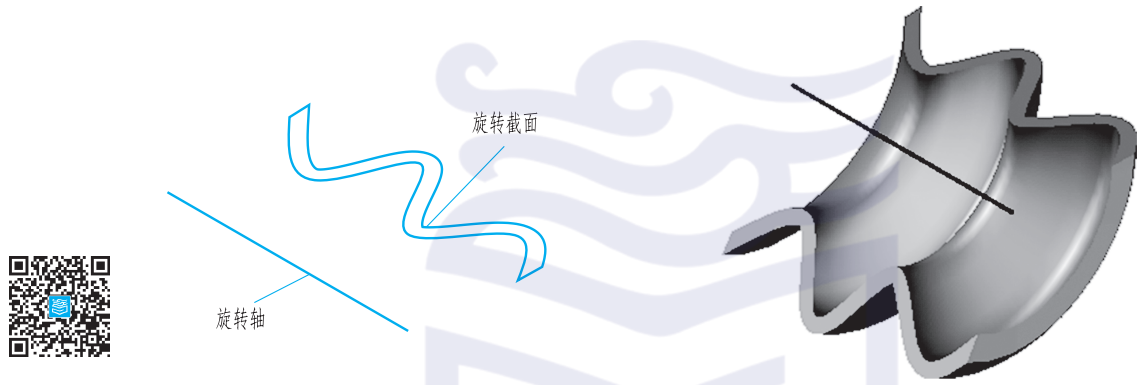
选择要旋转的对象或［模式(MO)］：　　//按空格键

指定轴起点或根据以下选项之一定义轴［对象(O)/X/Y/Z］<对象>：//选择如图 7-10a 所示旋转轴上的一点

指定轴端点：　　//选择如图 7-10a 所示旋转轴上的另一点

指定旋转角度或［起点角度(ST)/反转(R)/表达式(EX)］<360>：120　　//输入旋转角度“120”

旋转结果如图 7-10b 所示。



(a) 旋转.dwg　　(b) 旋转结果

图 7-10　旋转实体

技术指导

旋转角度判断方法：从旋转轴的正向看，逆时针旋转为正，顺时针旋转为负。

9. 倒直角

通过倒直角功能可在实体的棱边倒直角。

打开本书随书配套资源包中的“素材/模块七　三维造型/任务 1”文件夹中的“细节处理 . dwg”，如图 7-11a 所示。在菜单栏选择【修改】→【倒角】命令或在修改工具栏上单击【倒角】按钮，系统提示：

命令：_chamfer

(“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 0.0000，距离 2 = 0.0000

选择第一条直线或［放弃(U)/多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方式(E)/多个(M)］：

　　//选择如图 7-11a 所示的 *A* 棱边

基面选择 . . .　　//按空格键

输入曲面选择选项［下一个(N)/当前(OK)］<当前(OK)>：

指定 基面 倒角距离或［表达式(E)］：45　　//输入基面的倒角距离“45”

指定 其他曲面 倒角距离或［表达式(E)］<50.0000>：35　　//输入其他曲面的倒角距离“35”
选择边或［环(L)］：　　//选择 *A* 棱边
选择边或［环(L)］：　　//按空格键

倒角结果如图 7-11b 所示。

技术指导　基面是指构成所选边的两个平面中的一个，系统以高亮显示该面。输入“N”将选择与选定边相邻的两个表面之一为基面。其他选项的含义与二维倒角的操作相似。

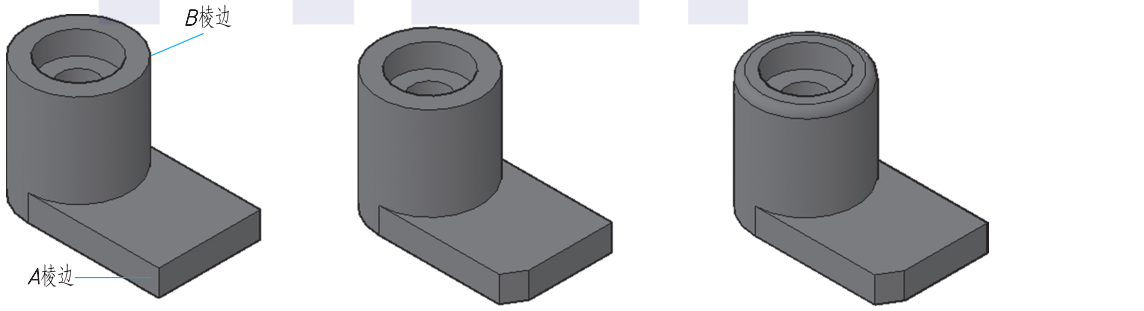
10. 倒圆角

通过倒圆角功能可在实体的棱边倒圆角。

在菜单栏选择【修改】→【倒圆角】命令或在修改工具栏上单击【倒圆角】按钮，系统提示：

命令：_fillet
当前设置：模式 = 修剪，半径 = 0.0000
选择第一个对象或［放弃(U)/多段线(P)/半径(R)/修剪(T)/多个(M)］：//选择如图 7-11a 所示 *B* 棱边
输入圆角半径或［表达式(E)］：25　　//输入圆角半径“25”，按空格键
选择边或［链(C)/环(L)/半径(R)］：
已拾取到边。
选择边或［链(C)/环(L)/半径(R)］：　　//按空格键
已选定 1 个边用于圆角。

倒圆角结果如图 7-11c 所示。



(a) 细节处理.dwg　　(b) 倒角结果　　(c) 倒圆角结果

图 7-11　实体细节处理

11. 三维阵列

通过三维阵列功能可进行矩形或环形阵列三维实体。其中，三维矩形阵列，除行数和列数

外，用户还可指定 Z 方向的层数。三维环形阵列，用户可以通过空间中的任意两点指定旋转轴。

在菜单栏选择【修改】→【三维操作】→【三维阵列】命令，系统提示：

```
命令：  _3DARRAY
选择对象：找到 1 个                                    //选择如图 7-11c 所示的特征
选择对象：
输入阵列类型［矩形(R)/环形(P)］<矩形>：               //按空格键，接受矩形阵列类型
输入行数（---）<1>：2                                  //输入行数“2”
输入列数（|||）<1>：3                                  //输入列数“3”
输入层数（...）<1>：1                                  //输入层数“1”
指定行间距（---）：1200                                //输入行间距“1200”
指定列间距（|||）：1000                                //输入列间距“1000”
```

三维阵列结果如图 7-12 所示。

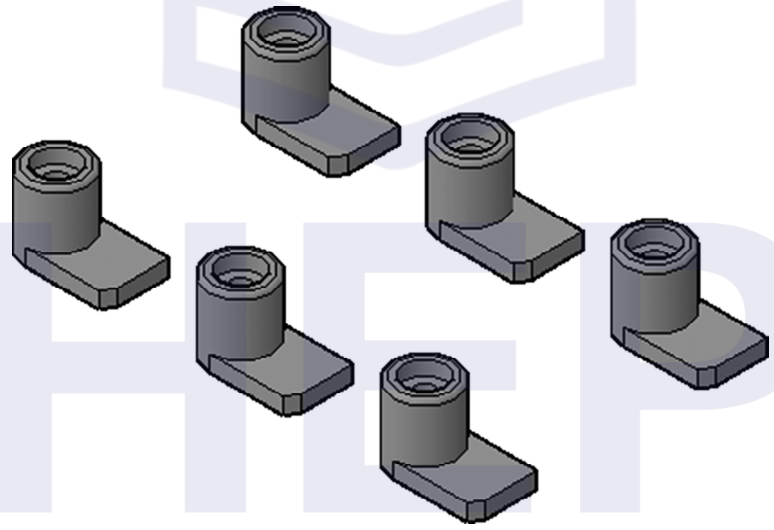


图 7-12　三维阵列结果

技术指导

【三维操作】选项中还提供了【三维移动】、【对齐】、【三维对齐】、【三维镜像】等选项，用户可根据需要进行选择并按提示要求操作。

任务实施

根据如图 7-13 所示创建图层，设置当前图层为“粗实线”，以方便后续的创建。这里只介绍创建这些图层，对于图层中各个图素特征归类方法请参考模块三。

图 7-13　创建图层

以“带轮”为名新建文件，在视图控件工具栏下拉选项中选择【前视图】选项 前视，将接下来图形的绘制调整为前视图。绘制如图 7-14 所示的带轮主体，此处将图形放于距离系统坐标系原点为“*Y*15”的位置，绘制时可采用绘制直线的方法进行定位。窗选所有带轮主体外轮廓线，输入“J”，按空格键，将所有带轮主体外轮廓线进行合并，以方便下一步创建旋转主体。

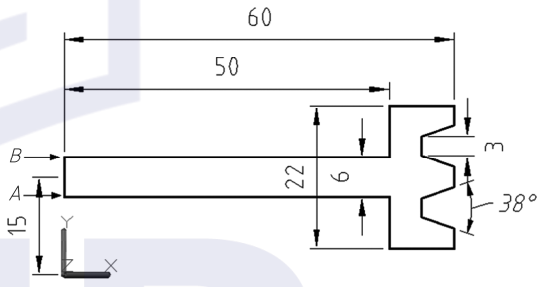


图 7-14　带轮主体

将当前工作图层切换为“实体图层”。在建模工具栏上单击【旋转】按钮，选择刚合并的轮廓线，按空格键。分别选择如图 7-14 所示的 *A*、*B* 两点，输入旋转角度为“360”，按空格键。调整视觉为【西南等轴测】，将视觉样式调整为【着色】，创建旋转主体如图 7-15 所示。

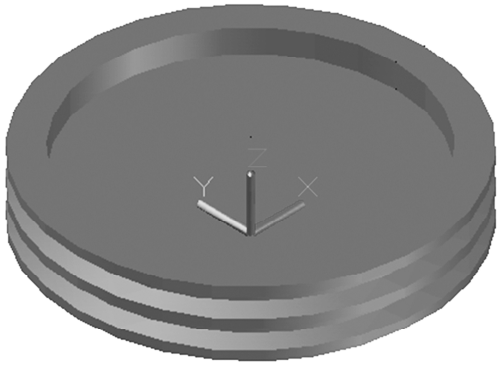


图 7-15　创建旋转主体

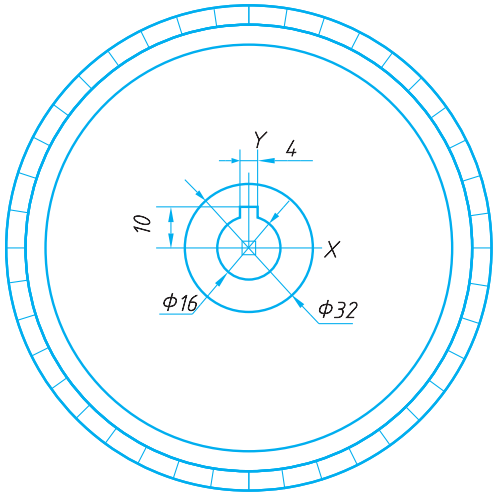
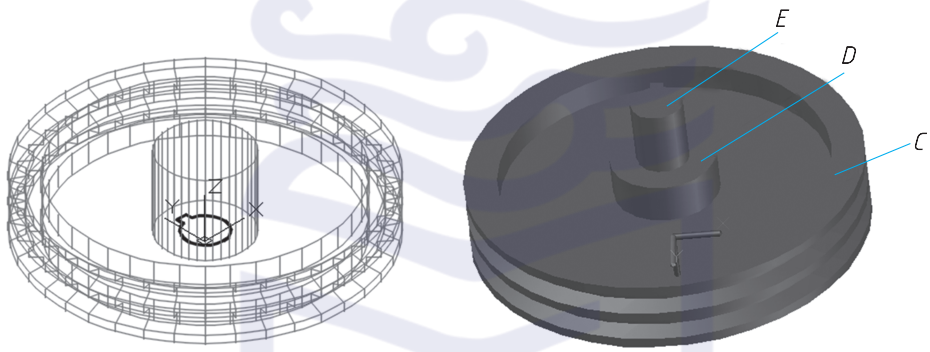


图 7-16　带键槽中心孔和“ϕ32”圆

将视觉样式调整为【线框】，在视图控件工具栏下拉选项中选择【俯视图】选项 俯视，绘制如图 7-16 所示的带键槽中心孔和“ϕ32”圆。窗选所有带轮主体外轮廓线，输入“J”，按空格键，将所有中心孔外轮廓线合并，以方便下一步创建中心孔。

调整视觉为【西南等轴测】，在建模工具栏上单击【拉伸】按钮，选择“ϕ32”圆，输入拉伸高度为“30”，按空格键，创建圆柱如图 7-17a 所示。继续在建模工具栏上单击【拉伸】按钮，选择带键槽中心孔外轮廓，输入拉伸高度为“50”，按空格键。将视觉样式调整为【着色】，创建带键槽中心柱如图 7-17b 所示。



(a) 创建圆柱　　(b) 创建带键槽中心柱

图 7-17　创建圆柱与带键槽中心柱

在实体编辑工具栏上单击【并集】按钮，分别选择如图 7-17b 所示的 *C* 对象和 *D* 对象进行合并。在实体编辑工具栏上单击【差集】按钮，选择如图 7-17b 所示的 *C* 对象，按空格键，确定要从中减去的对象。接着选择如图 7-17b 所示的 *E* 对象，按空格键，确定减去的对象，将视觉样式调整为【着色】，布尔运算结果如图 7-18 所示。

将视觉样式调整为【线框】，在【视图控件】工具栏下拉选项中选择【俯视图】选项 俯视，绘制如图 7-19 所示的“ϕ25”圆，该圆以外切于“ϕ60”圆的正六边形为参照定位。

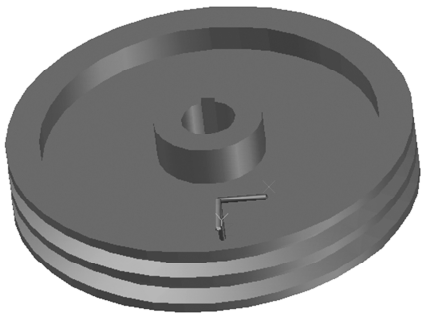


图 7-18　布尔运算结果

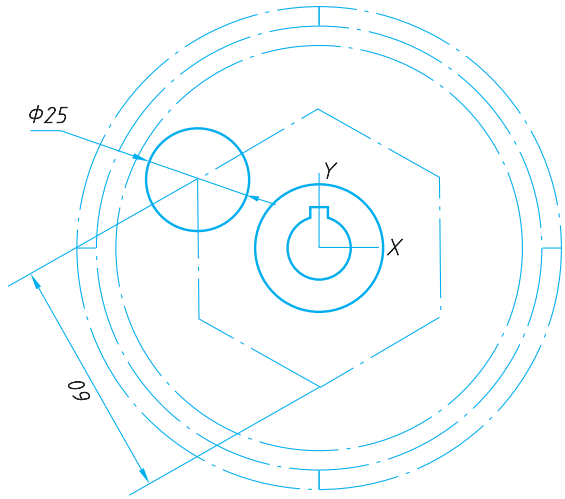
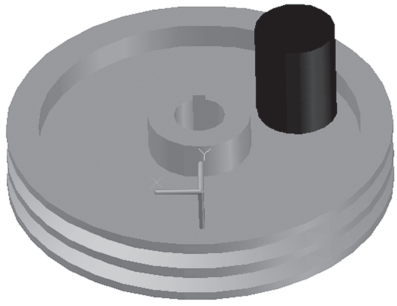


图 7-19　绘制“ϕ25”圆

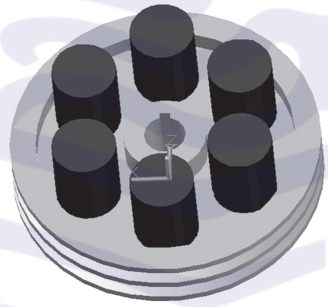
调整视角为【西南等轴测】，在建模工具栏上单击【拉伸】按钮，选择“ϕ25”圆，输入拉伸高度为“50”，按空格键，创建圆柱体如图 7-20a 所示。

在菜单栏选择【修改】→【三维操作】→【三维阵列】命令，选择刚创建的圆柱，按空格键。选择【环形】选项，输入阵列中的项目数目“6”，按空格键，指定要填充的角度（+为逆时针，-为顺时针），直接按空格键，默认为 360°，输入“N”，不删除旋转阵列对象，分别指定阵列的中心点为上下面的圆心，阵列结果如图 7-20b 所示。

在实体编辑工具栏上单击【差集】按钮，选择带轮主体，按空格键。选择刚才阵列的 6 个圆柱，并确定，差集结果如图 7-21 所示。



(a) 创建圆柱体



(b) 阵列结果

图 7-20　阵列合并体

图 7-21　差集结果

技术指导

按住 Shift 键的同时按住鼠标中键即可旋转察看三维实体。

在【实体】选项卡的实体编辑工具栏上单击【圆角边】按钮，选择如图 7-21 所示带轮轮毂的两条“ϕ100”边并确定，输入圆角半径为“1”，倒圆角结果如图 7-22a 所示。在【实体】选项卡的实体编辑工具栏上单击【倒角边】按钮，选择如图 7-21 所示的两条“ϕ32”的边并确定。

(a) 倒圆角结果

(b) 倒角结果

图 7-22　细节处理

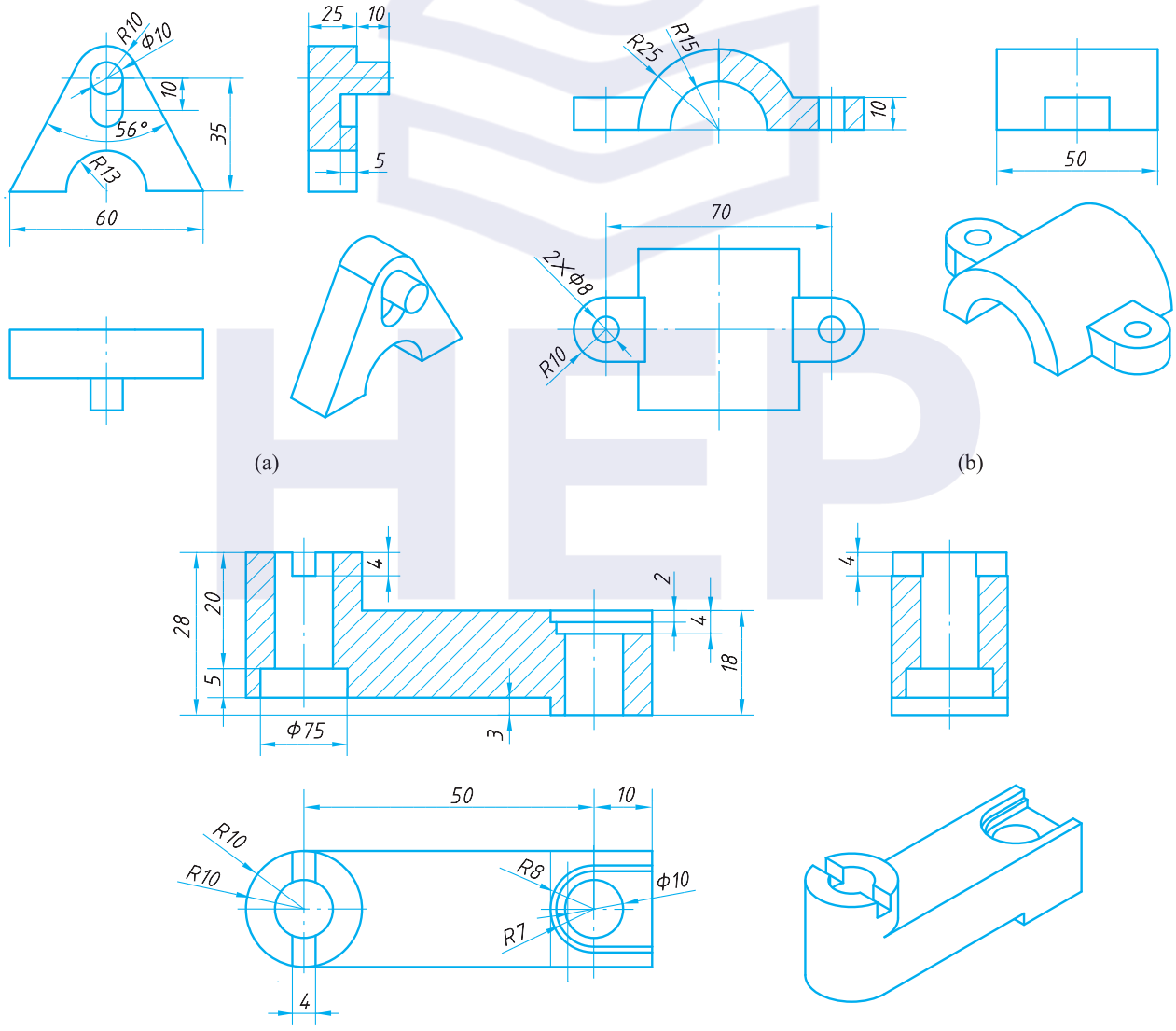
输入基面倒角距离为“2”，倒角结果如图 7-22b 所示。至此任务完成。

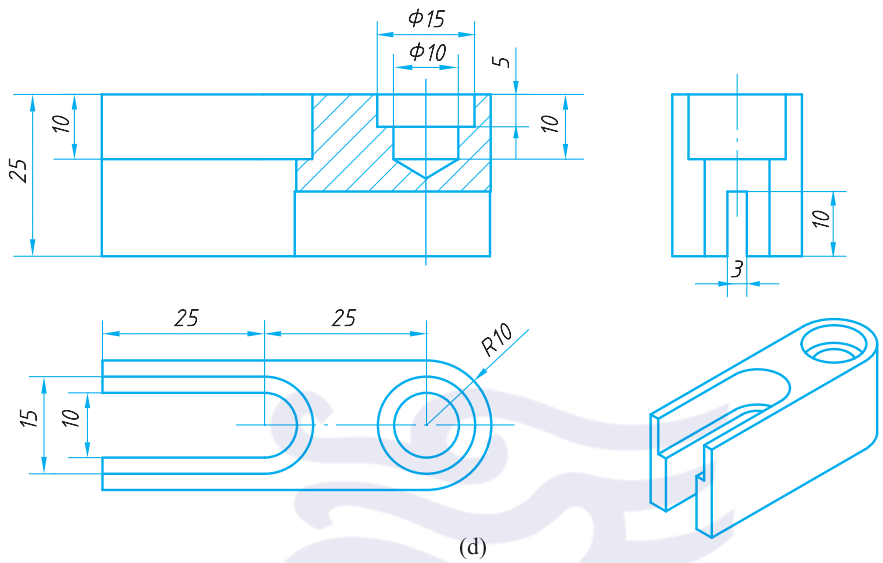
任务总结

本任务主要学习了用户坐标系、基本实体造型、常用实体造型、倒角、倒圆角、面域和布尔运算的操作方法。用户坐标系在三维造型过程中的应用非常重要，用户需要加强对用户坐标系创建方法的练习，以为后续复杂的造型设计作准备。同时，在进行造型设计的过程中需要灵活运用不同的方法来提高造型能力。

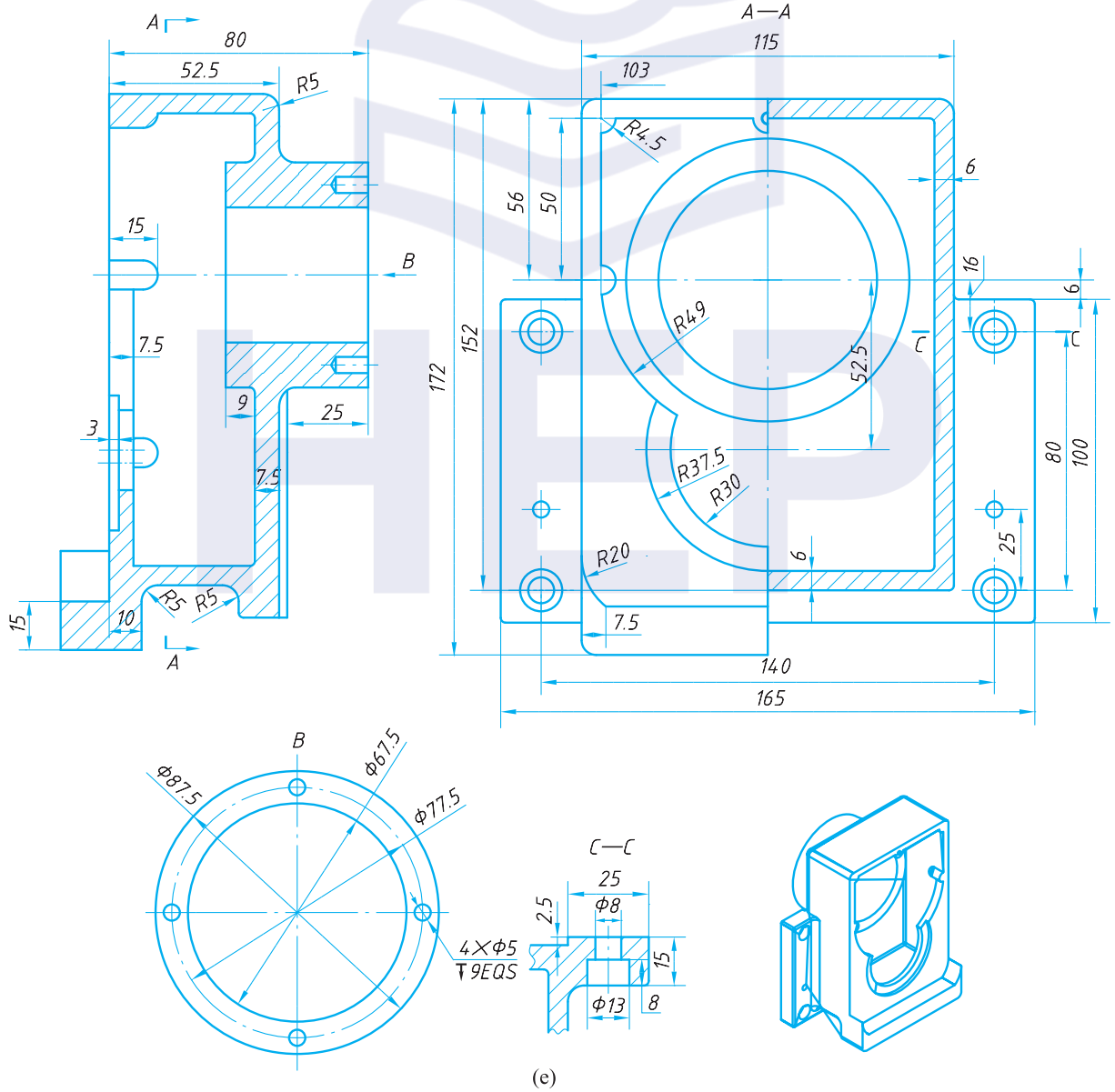
提高练习

根据图 7-23 所示尺寸标注，以 1∶1 的比例创建实体图。

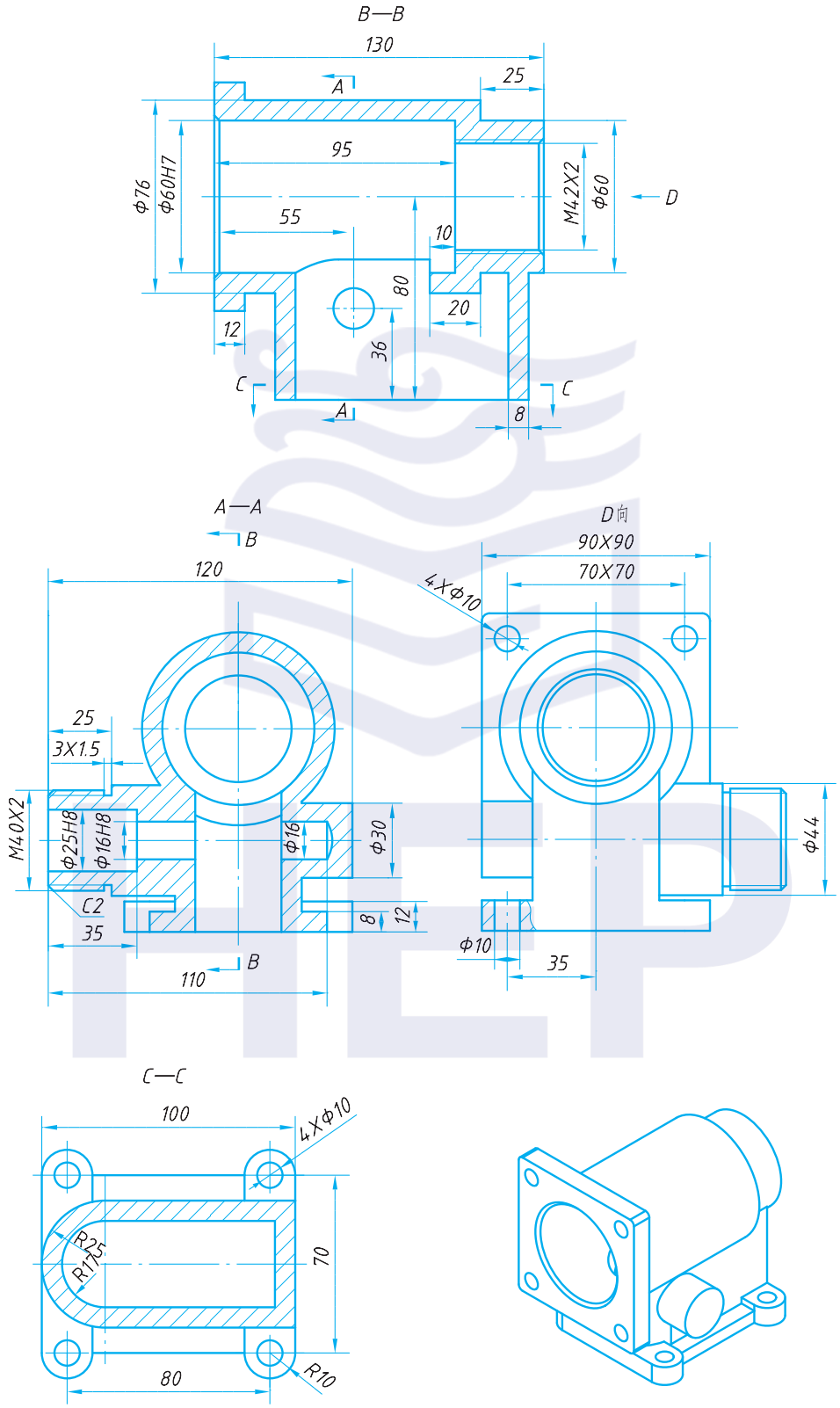



Φ15
Φ10
5
10
25
10
10
3
25
25
R10
15
10

(d)


A
80
52.5
R5
15
B
7.5
3
9
25
7.5
15
10
R5
R5
A
A—A
115
103
R4.5
56
50
6
16
6
C
R49
152
172
52.5
C
R37.5
R30
80
100
R20
6
25
7.5
140
165
B
Φ87.5
Φ67.5
Φ77.5
4×Φ5
T 9EQS
C—C
25
Φ8
2.5
15
Φ13
8

(e)


B—B
130
25
A
95
Φ76
Φ60H7
M42X2
Φ60
D
55
10
80
20
12
36
C
A
C
8
A—A
B
120
25
3X1.5
M40X2
Φ25H8
Φ16H8
Φ16
Φ30
C2
35
8
12
B
110
D向
90X90
70X70
4XΦ10
Φ44
Φ10
35
C—C
100
4XΦ10
R25
R17.5
70
80
R10

(f)

图 7-23 提高练习图

任务 2　绘制弯管 >>>

任务目标

- 能根据要求灵活创建用户坐标系。
- 能使用扫掠功能创建弯管。
- 能根据需要在三维模型上正确标注尺寸。

任务导入

创建如图 7-24 所示的弯管，并对其中上端的接口部分进行尺寸标注。

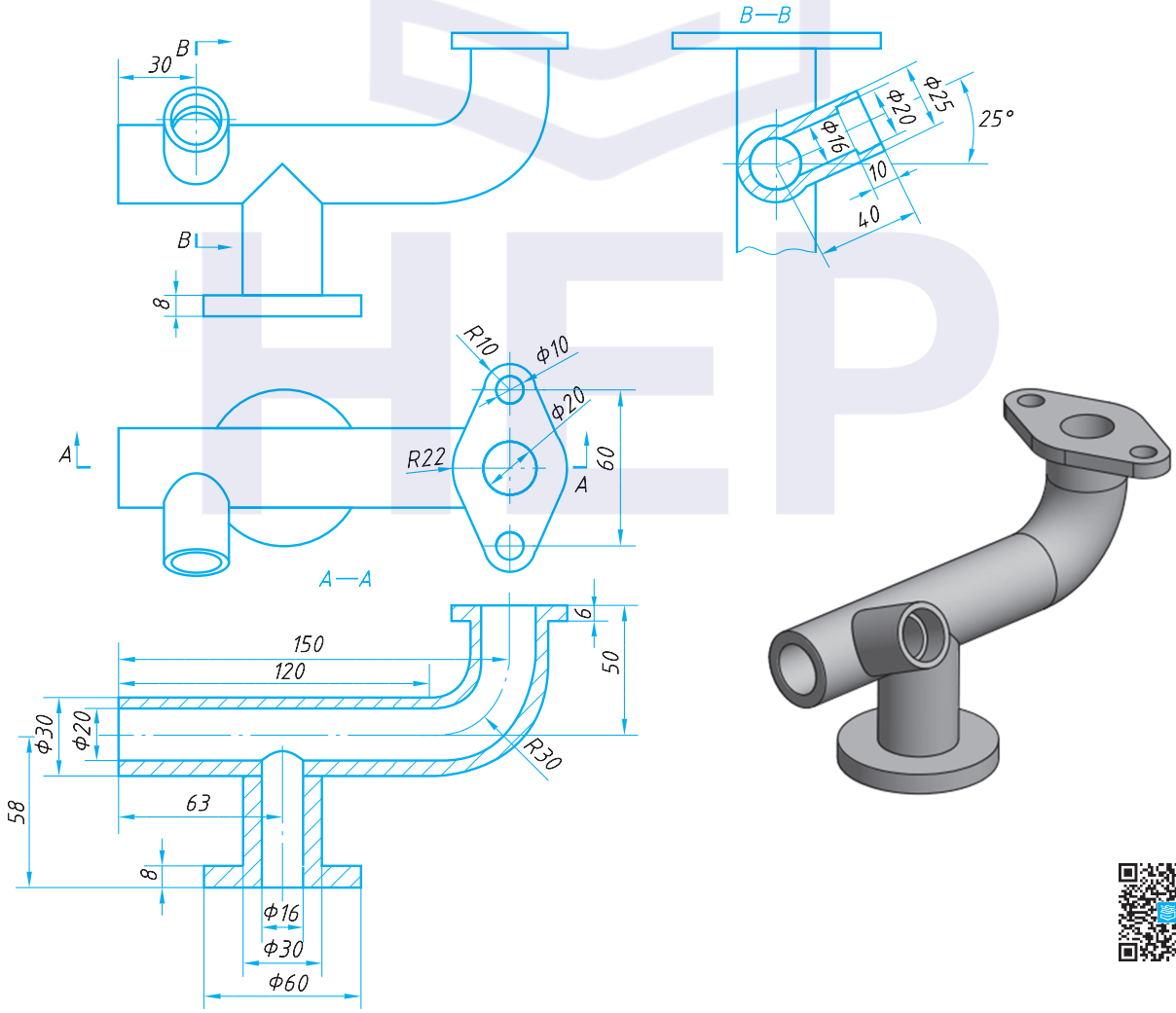


图 7-24　弯管

任务分析

该弯管零件主体由空心管构成，主体部分可以采用扫掠命令完成。该弯管一共有四个出口，其中一个为不规则沉头接口，与主体管垂直并在径向的水平方向旋转了 25°，其定位比较特殊，是本任务的难点。由于特征相对较多，在 AutoCAD 中进行造型设计时尤其是用到布尔运算时，需要特别注意各个特征创建的先后顺序。

知识准备

1. 扫掠

使用扫掠命令指定截面沿二维或三维路径进行扫掠从而创建三维实体或曲面。

打开本书配套资源包中的“素材/模块七　三维造型/任务 2”文件夹中的“扫掠 . dwg”文件，如图 7-25a 所示，在菜单栏选择【绘图】→【建模】→【扫掠】命令或在【建模】工具栏上单击【扫掠】按钮，系统提示：

命令：_sweep

当前线框密度：　ISOLINES=4，闭合轮廓创建模式 = 实体

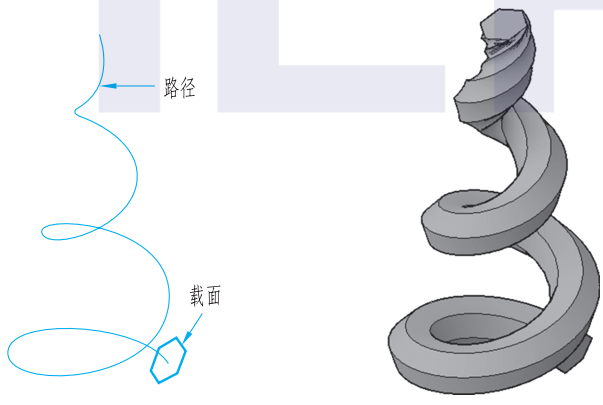
选择要扫掠的对象或［模式(MO)］：_MO 闭合轮廓创建模式［实体(SO)/曲面(SU)］<实体>：_SO

选择要扫掠的对象或［模式(MO)］：找到 1 个　　//选择如图 7-25a 所示的截面，按空格键

选择要扫掠的对象或［模式(MO)］：

选择扫掠路径或［对齐(A)/基点(B)/比例(S)/扭曲(T)］：　//选择如图 7-25a 所示的路径，按空格键

扫掠结果如图 7-25b 所示。



(a) 扫掠.dwg　　(b) 扫掠结果

图 7-25　扫掠

2. 放样

使用放样命令可通过指定至少两个横截面来创建新的实体或曲面。

打开本书配套资源包中的“素材/模块七　三维造型/任务 2”文件夹中的“放样 . dwg”文件，如图 7-26a 所示，在菜单栏选择【绘图】→【建模】→【放样】命令或在【建模】工具栏上单击【放样】按钮，系统提示：

命令：_loft

当前线框密度：　ISOLINES=4，闭合轮廓创建模式 = 实体

按放样次序选择横截面或［点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)］：_MO 闭合轮廓创建模式［实体(SO)/曲面(SU)］<实体>：_SO

按放样次序选择横截面或［点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)］：　//依次选择如图 7-26a 所示的两个截面，按空格键

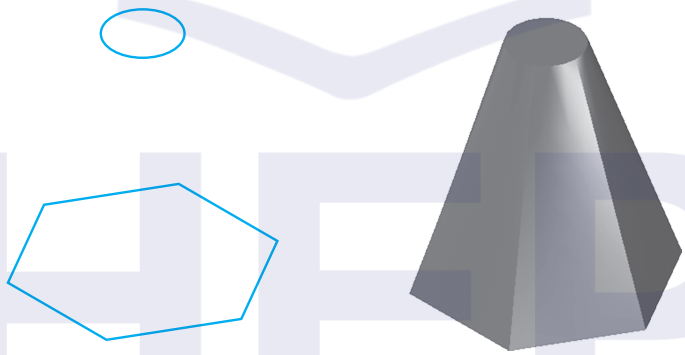
按放样次序选择横截面或［点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)］：找到 1 个，总计 2 个

按放样次序选择横截面或［点(PO)/合并多条边(J)/模式(MO)］：

选中了 2 个横截面

输入选项［导向(G)/路径(P)/仅横截面(C)/设置(S)］<仅横截面>：//按空格键

放样结果如图 7-26b 所示。



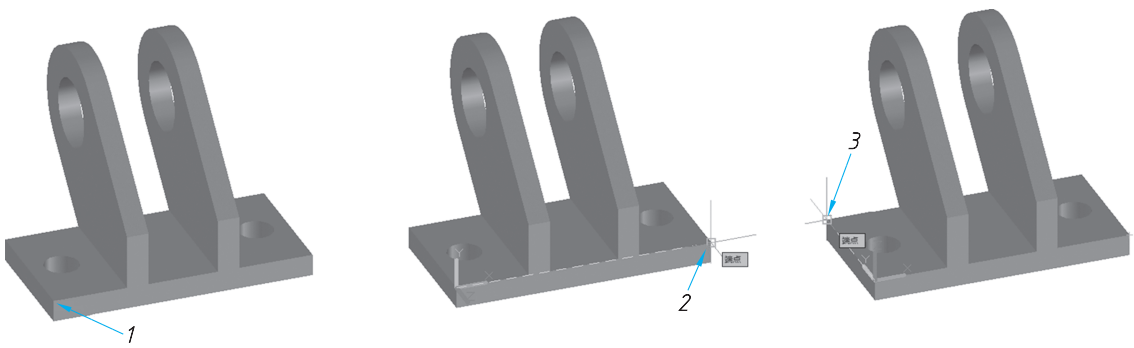
(a) 放样.dwg　　(b) 放样结果

图 7-26　放样

3. 三维造型标注

通过尺寸标注功能不仅可以标注二维对象，还可以标注三维对象。需要注意的是由于所有的尺寸标注都只能在当前坐标系的 *XY* 平面上进行，因此为了能准确标注三维对象各部分的尺寸，需不断地变换坐标系。

打开本书配套资源包中的“素材/模块七　三维造型/任务 2”文件夹中的“尺寸标注 . dwg”文件，如图 7-27a 所示。输入“UCS”，按空格键，将坐标系移动至如图 7-27a 所示的 1 点并单击，以确定坐标系的原点，移动坐标至如图 7-27b 所示的 2 点并单击，以确定 *X* 轴，移动坐标至如图 7-27c 所示的 3 点并单击，以确定 *Y* 轴，坐标系创建结果如图 7-27c 所示。



(a) 尺寸标注.dwg　　(b) 确定*X*轴　　(c) 坐标系创建结果

图 7-27　确定坐标系

在注释工具栏上分别使用【标记圆心】选项、【线性】选项和【直径】选项，进行标注，操作方法与二维空间相同。标注尺寸结果如图 7-28 所示。

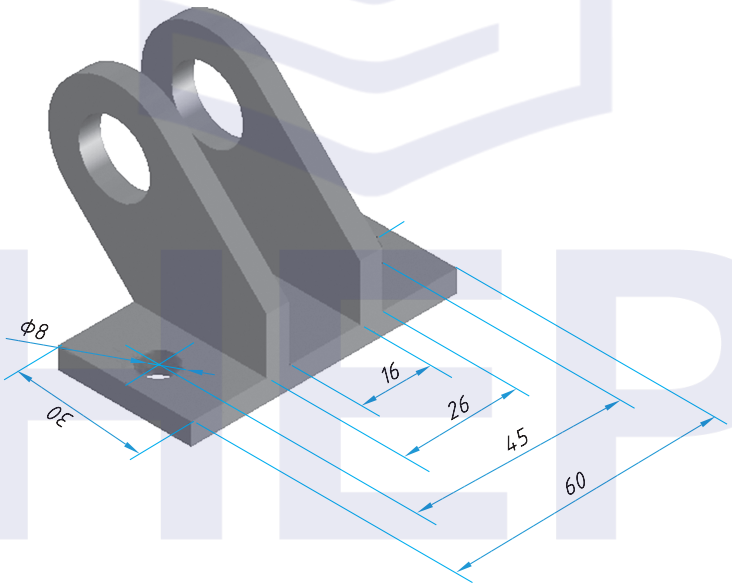


图 7-28　标注尺寸结果

技术指导

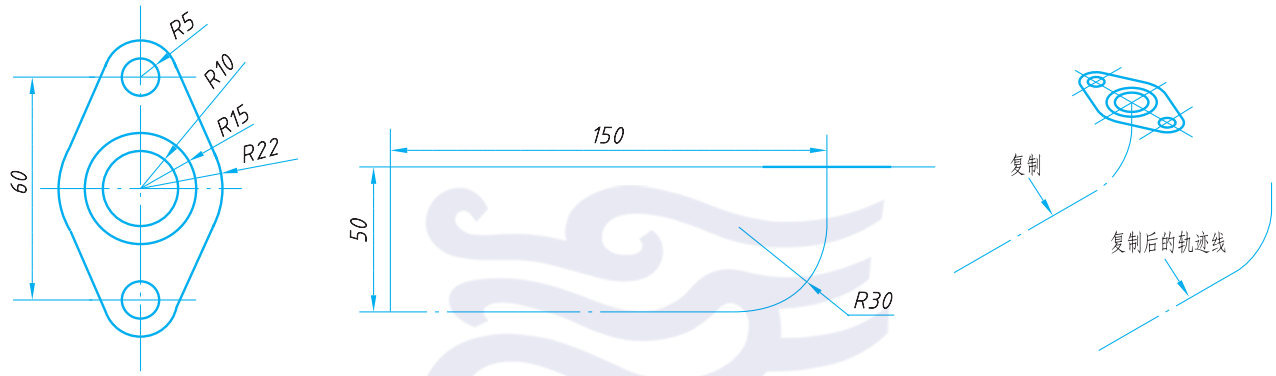
在当前坐标系下用户可尝试标注与当前 *XY* 平面不一致的对象，会发现标注生成的尺寸都在刚刚设定坐标系的 *XY* 平面上。

其他的尺寸标注用户可再次调整坐标系来创建。

任务实施

以“弯管”为名新建文件，在视图控件工具栏下拉选项中选择【俯视图】选项 俯视，绘制如

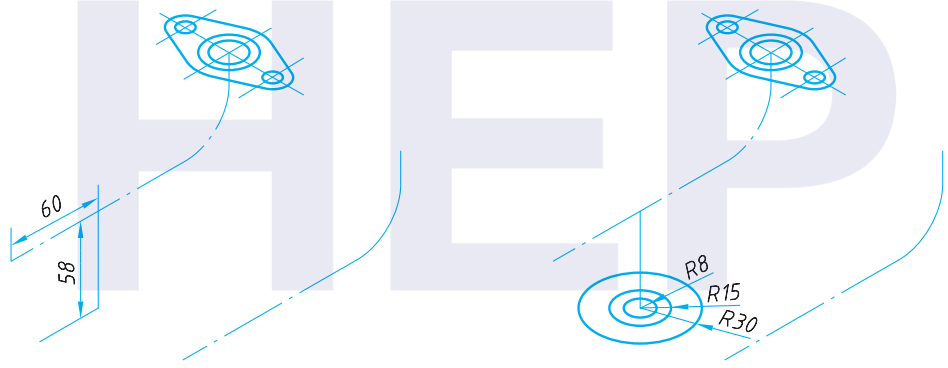
图 7-29a 所示轮廓线，并将最大的外轮廓线进行合并处理。在视图控件工具栏下拉选项中选择【前视图】选项 前视，绘制如图 7-29b 所示的扫掠轨迹，并对其进行合并，将该扫掠轨迹复制到旁边，作备用，如图 7-29c 所示。



(a) 绘制连接截面　(b) 绘制扫掠轨迹　(c) 复制扫掠轨迹

图 7-29　绘制轮廓及轨迹

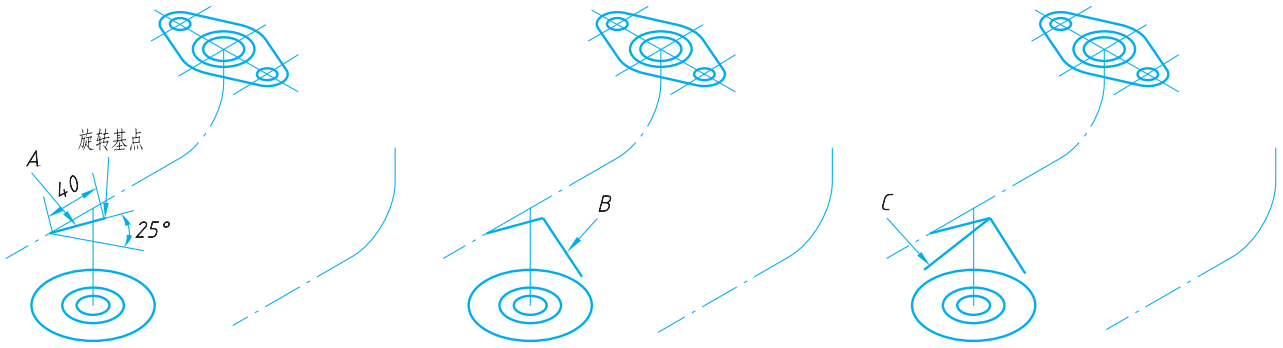
在坐标系工具栏下拉选项中选择【俯视】选项 俯视，采用直线命令选择扫掠轨迹中水平线的中点（即长度为“60”处）绘制长度为“58”的垂直线（定位线），如图 7-30a 所示。在垂直线的最下方分别绘制“*R*8”“*R*15”“*R*30”三个圆，绘制结果如图 7-30b 所示。



(a) 绘制定位线　(b) 绘制结果

图 7-30　绘制圆

在坐标系工具栏下拉选项中选择【左视】选项 左视，采用直线命令，以扫掠轨迹中水平线的最左端为参照点绘制长度为“30”的直线，输入“@ 40<25”，以绘制长度为“40”，角度为 25°的线斜，生成如图 7-31a 所示的直线 *A*，以直线 *A* 外侧端点为旋转基点，以旋转复制的形式将其旋转 90°，生成如图 7-31b 所示的直线 *B*，再垂直于这两条相交直线任意绘制一小段直线，生成如图 7-31c 所示直线 *C*。



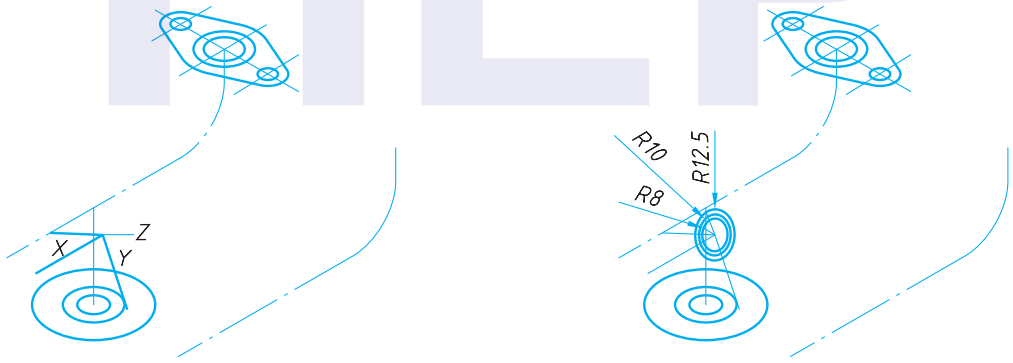
(a) 直线*A*　　(b) 直线*B*　　(c) 直线*C*

图 7-31　创建辅助线

技术指导

这里分别绘制 *A*、*B*、*C* 三条直线，目的是辅助创建具有倾斜位置的用户坐标系。对于其创建过程和所使用的方法用户须多加练习思考，以提高任意创建特殊空间位置的用户坐标系的技巧。无论是绘制二维图、三维图，还是构建用户坐标系，在实际应用中都要善于根据条件来分析，通过创建辅助线达到所要的效果。

输入“UCS”，按空格键。将坐标系移动至如图 7-31a 所示的旋转基点，以该点为坐标系的原点，分别选择直线 *B* 的端点和直线 *C* 的端点，分别确定 *X* 轴和 *Y* 轴，用户坐标系创建结果如图 7-32a 所示，在这个坐标系上分别绘制如图 7-32b 所示的“*R*8”“*R*10”“*R*12.5”圆。

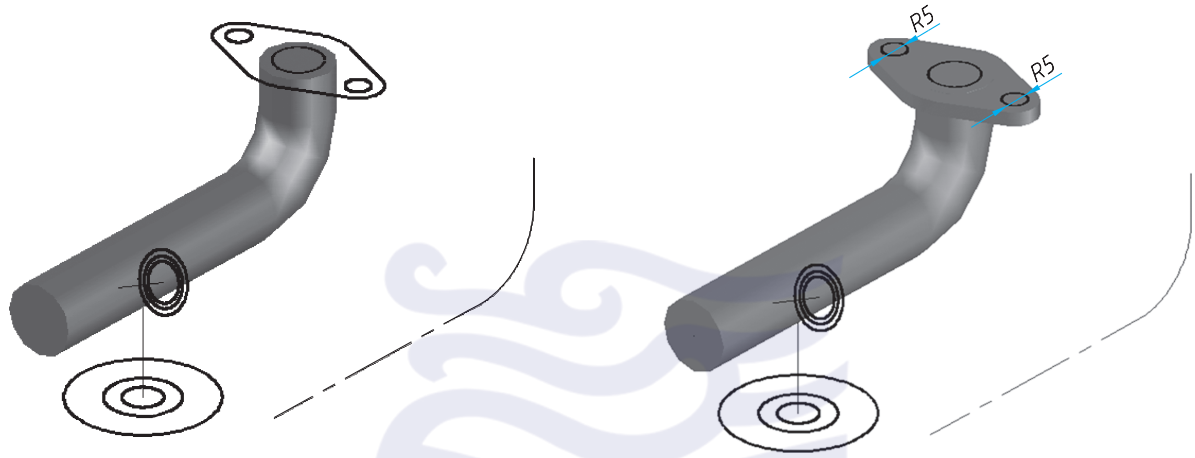


(a) 用户坐标系创建结果　　(b) 绘制圆

图 7-32　创建圆

在建模工具栏上单击【扫掠】按钮，选择“*R*15”圆作为扫掠截面，按空格键。选择如图 7-32b 所示的扫掠轨迹线，创建扫描特征如图 7-33a 所示。在建模工具栏上单击【拉伸】按钮

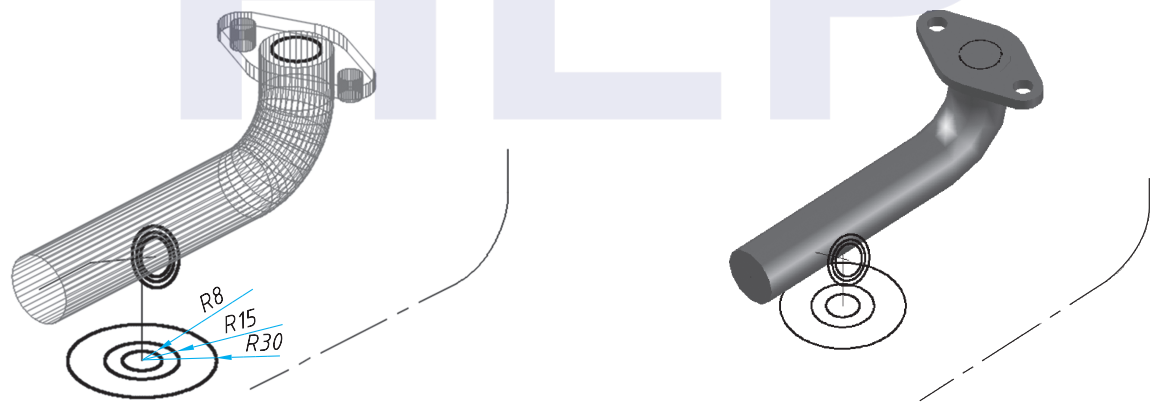
,选择如图 7-33a 所示的截面,向下拖动光标,输入“-6”,按空格键,创建拉伸特征如图 7-33b 所示。



(a) 创建扫描特征　　(b) 创建拉伸特征

图 7-33　创建圆

在建模工具栏上单击【拉伸】按钮,选择如图 7-33b 所示上方的两个“*R*5”圆,向下拖动光标,输入“-10”,按空格键,拉伸结果如图 7-34a 所示。在【实体】选项卡中单击【差集】按钮,分别选择刚创建的两个圆柱,按空格键,差集结果如图 7-34b 所示。在实体编辑工具栏上单击【并集】按钮,分别选择刚进行差集的特征和扫掠特征,按空格键,使其合为一体。

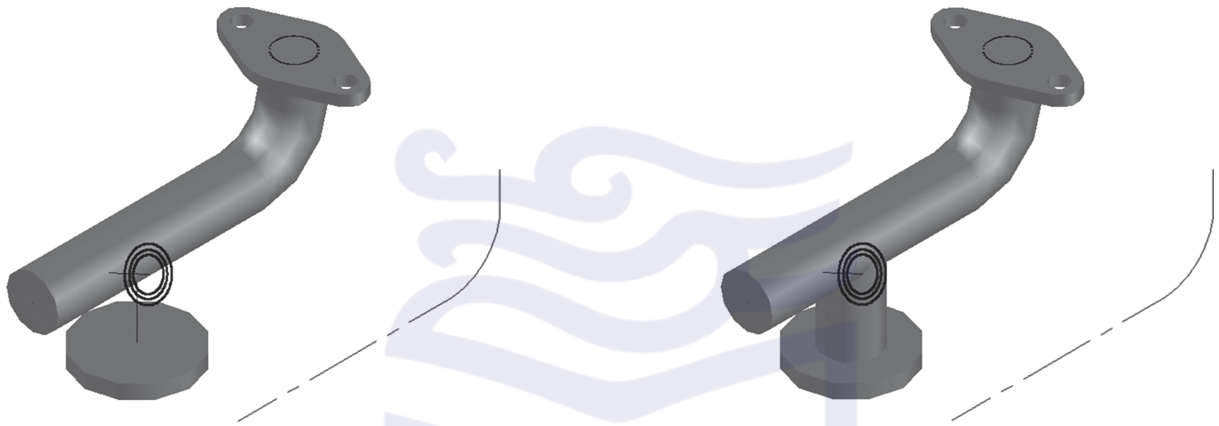


(a) 拉伸结果　　(b) 差集结果

图 7-34　创建弯管主体

在建模工具栏上单击【拉伸】按钮,选择图形下方“*R*30”圆(图 7-34a),向上拖动光标,输入“8”,按空格键,拉伸结果如图 7-35a 所示。继续在建模工具栏上单击【拉伸】按钮

,选择图形下方“*R*15”圆(图 7-34a),向上拖动光标,输入“58”,按空格键,创建连接管结果如图 7-35b 所示。在实体编辑工具栏上单击【并集】按钮,分别选择刚创建的两个拉伸特征,按空格键,使其合为一体。继续采用【并集】命令,将刚合并的底部连接管与弯管的主体进行合并,以完成对所有实体的合并。



(a) 拉伸结果　　(b) 创建连接管结果

图 7-35　创建底部圆

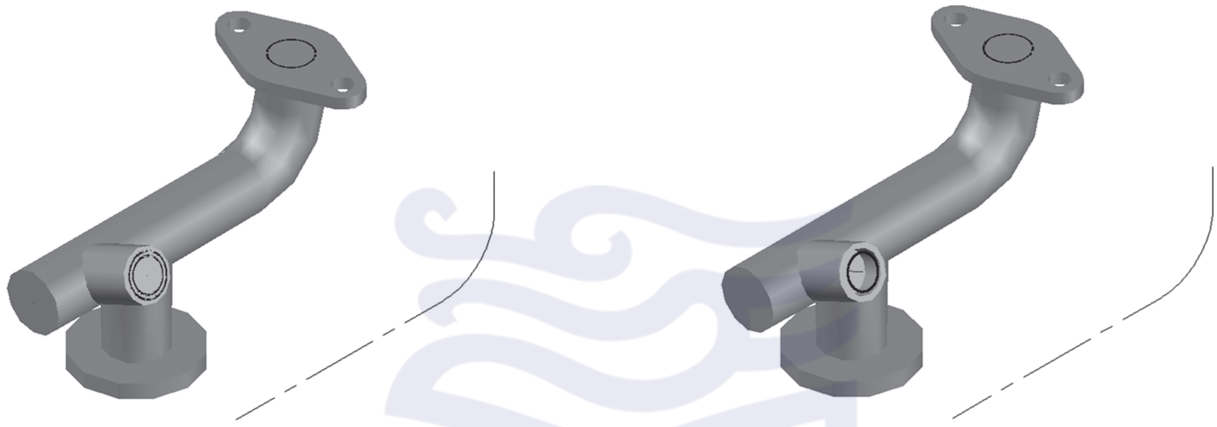
在建模工具栏上单击【拉伸】按钮,选择图形下方“*R*8”圆(图 7-34a),输入“58”,按空格键,创建圆柱结果如图 7-36a 所示。在【实体】选项卡中单击【差集】按钮,选择弯管主体,按空格键,选择刚创建的圆柱,按空格键,创建结果如图 7-36b 所示。

(a) 创建圆柱结果　　(b) 创建结果

图 7-36　创建底部管孔

在建模工具栏上单击【拉伸】按钮,选择如图 7-32b 所示的“*R*12.5”圆,输入“-40”,按

空格键，创建斜管如图 7-37a 所示。继续在建模工具栏上单击【拉伸】按钮，选择如图 7-32b 所示的“*R*10”圆，输入“-10”，按空格键，采用【差集】命令，用“*R*12.5”圆柱减去“*R*10”圆柱，差集结果如图 7-37b 所示。



(a) 创建斜管　　(b) 差集结果

图 7-37　创建侧面斜管主体

继续在建模工具栏上单击【拉伸】按钮，选择如图 7-32b 所示的“*R*8”圆，输入“-40”，按空格键。采用【差集】命令，用“*R*12.5”圆柱减去“*R*8”圆柱，创建侧面斜管通孔如图 7-38 所示。

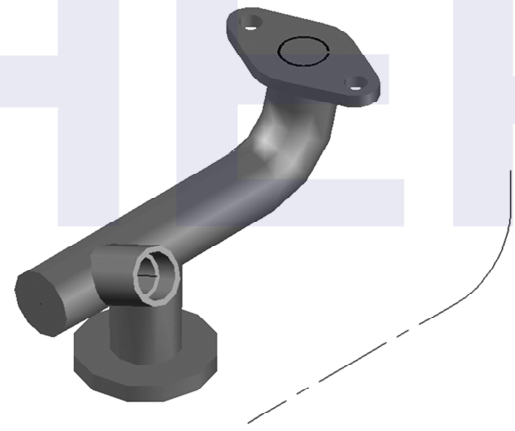
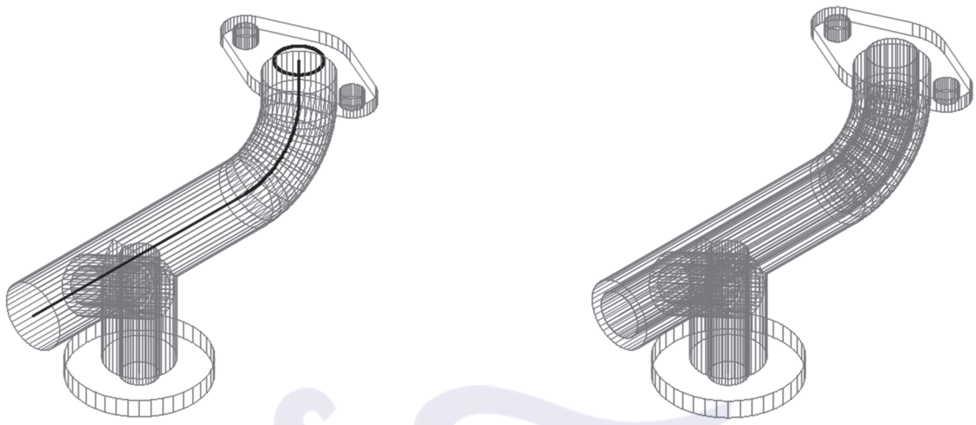


图 7-38　创建侧面斜管通孔

使用平移命令，将如图 7-38 所示的备用扫掠轨迹线移动至如图 7-29 所示“*R*10”圆的圆心（即复制前位置），移动结果如图 7-39a 所示。在建模工具栏上单击【扫掠】按钮，选择如图 7-29 所示“*R*10”圆作为扫掠截面，按空格键。选择刚移动的扫掠轨迹线，创建结果如图 7-39b 所示。



(a) 移动结果　　(b) 创建结果

图 7-39　创建侧面斜管的扫掠特征

采用【差集】命令,用弯管主体减去刚创建的扫掠特征,创建弯管如图 7-40 所示。

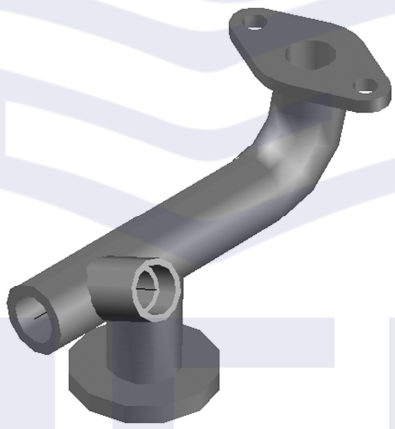
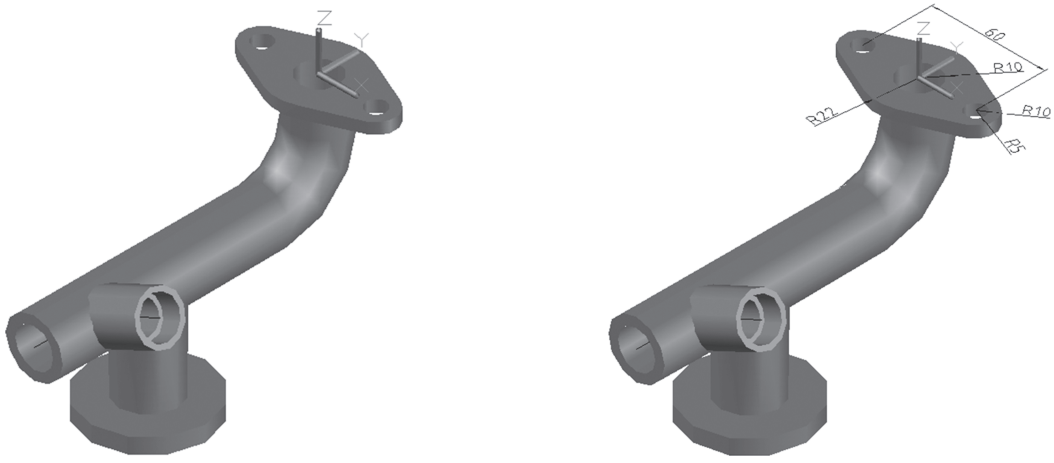


图 7-40　创建弯管

输入“UCS”,按空格键,将坐标系移动至如图 7-41a 所示的位置,按空格键。分别使用【线性】命令和【半径】命令进行标注,标注尺寸如图 7-41b 所示。至此任务完成。



(a) 移动坐标系　　(b) 标注尺寸

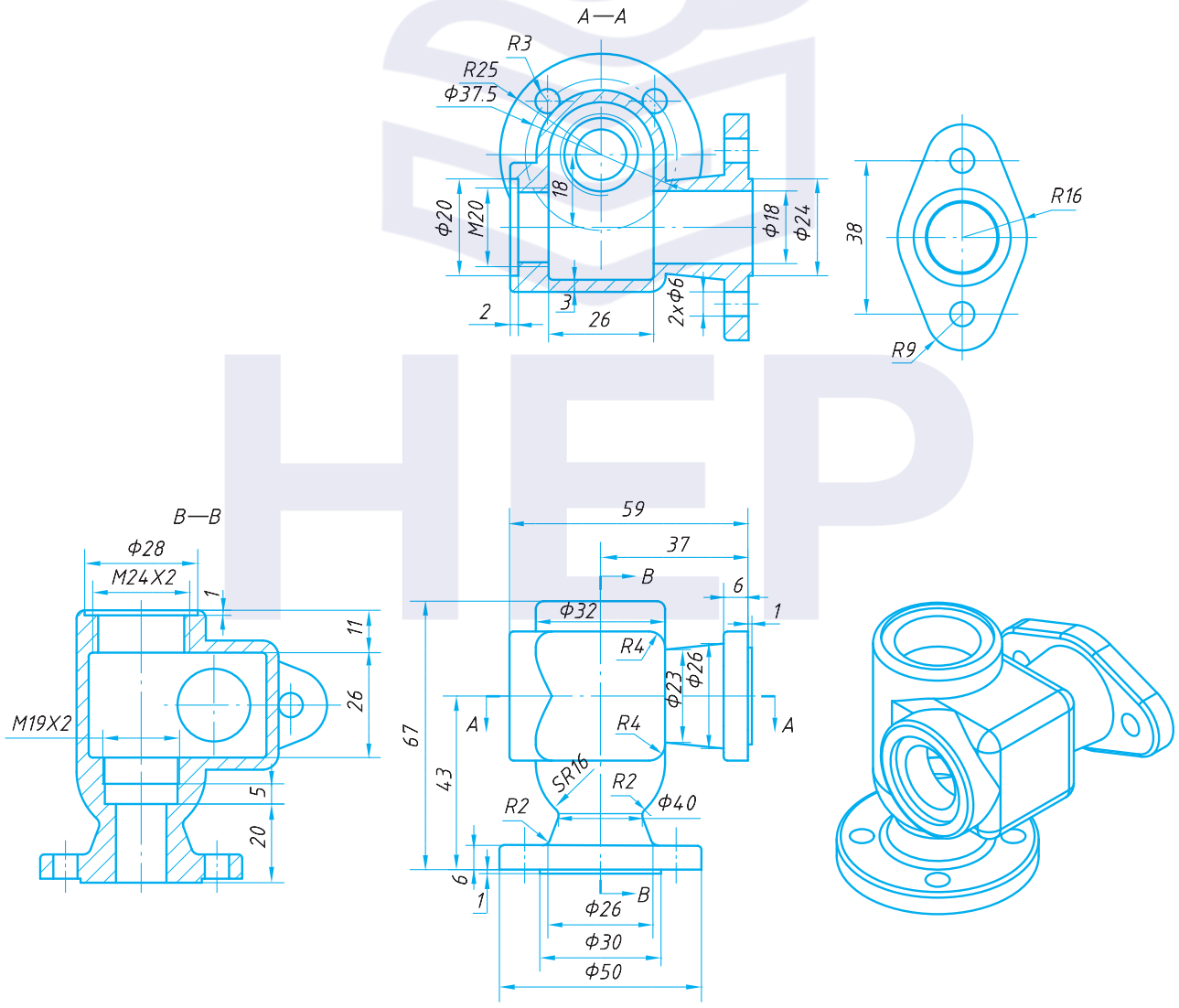
图 7-41　标注尺寸

任务总结

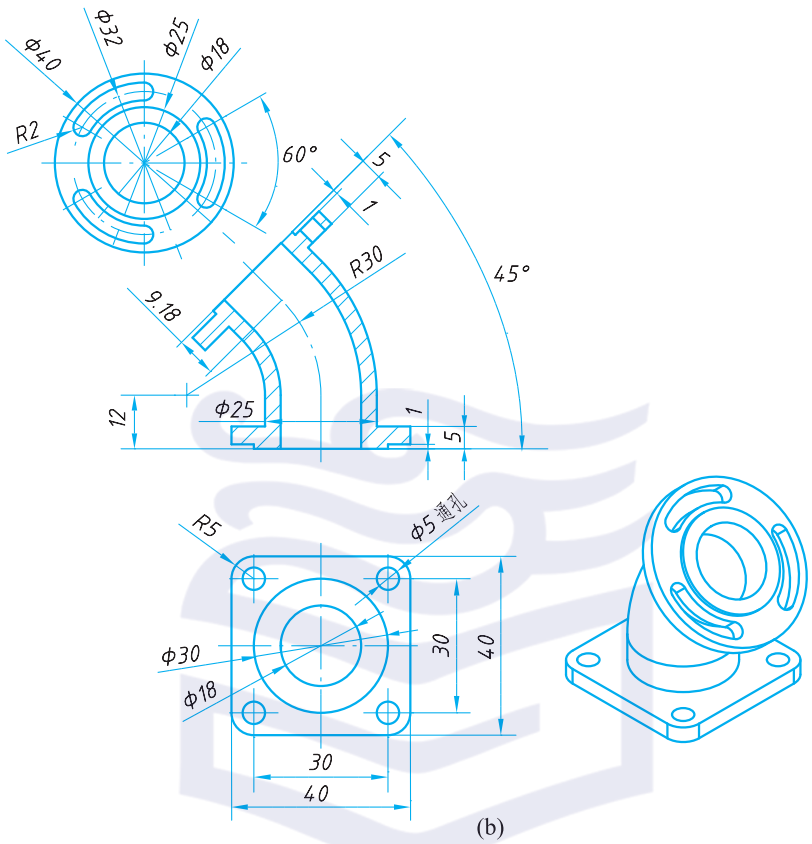
本任务主要学习了扫掠、放样、三维造型上标注尺寸，以及利用辅助线创建不规则坐标系的方法。在实践的过程中要加强对图形的分析，并大胆地根据图形创建相应的辅助线，以提高设计能力。对于三维造型的尺寸标注，需要注意创建与所标注尺寸相一致的坐标系，这样才能保证标注的尺寸与标注对象在同一平面，否则将不能正确标注尺寸。

提高练习

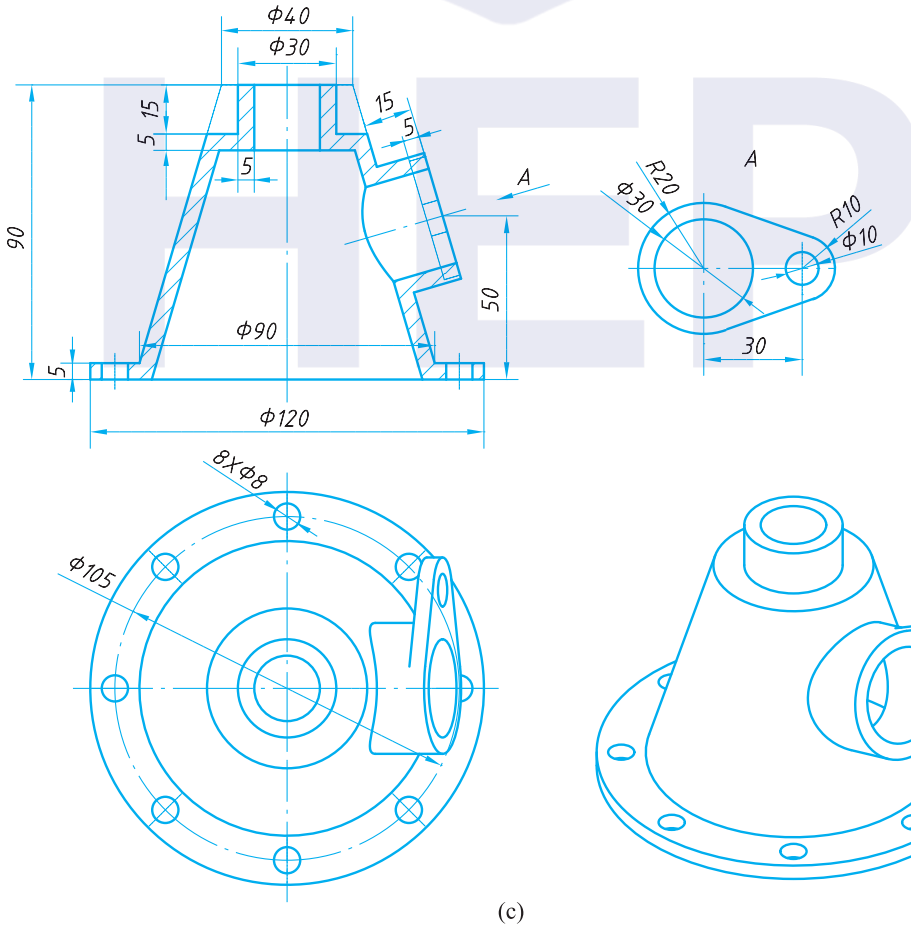
以 1∶1 的比例绘制如图 7-42 所示零件。



(a)


φ40
φ32
φ25
φ18
R2
60°
5
1
R30
45°
9.18
12
φ25
1
5
R5
φ5通孔
φ30
φ18
30
40
30
40

(b)


φ40
φ30
15
5
15
5
5
A
90
50
φ90
5
φ120
R20
φ30
A
R10
φ10
30
8Xφ8
φ105

(c)

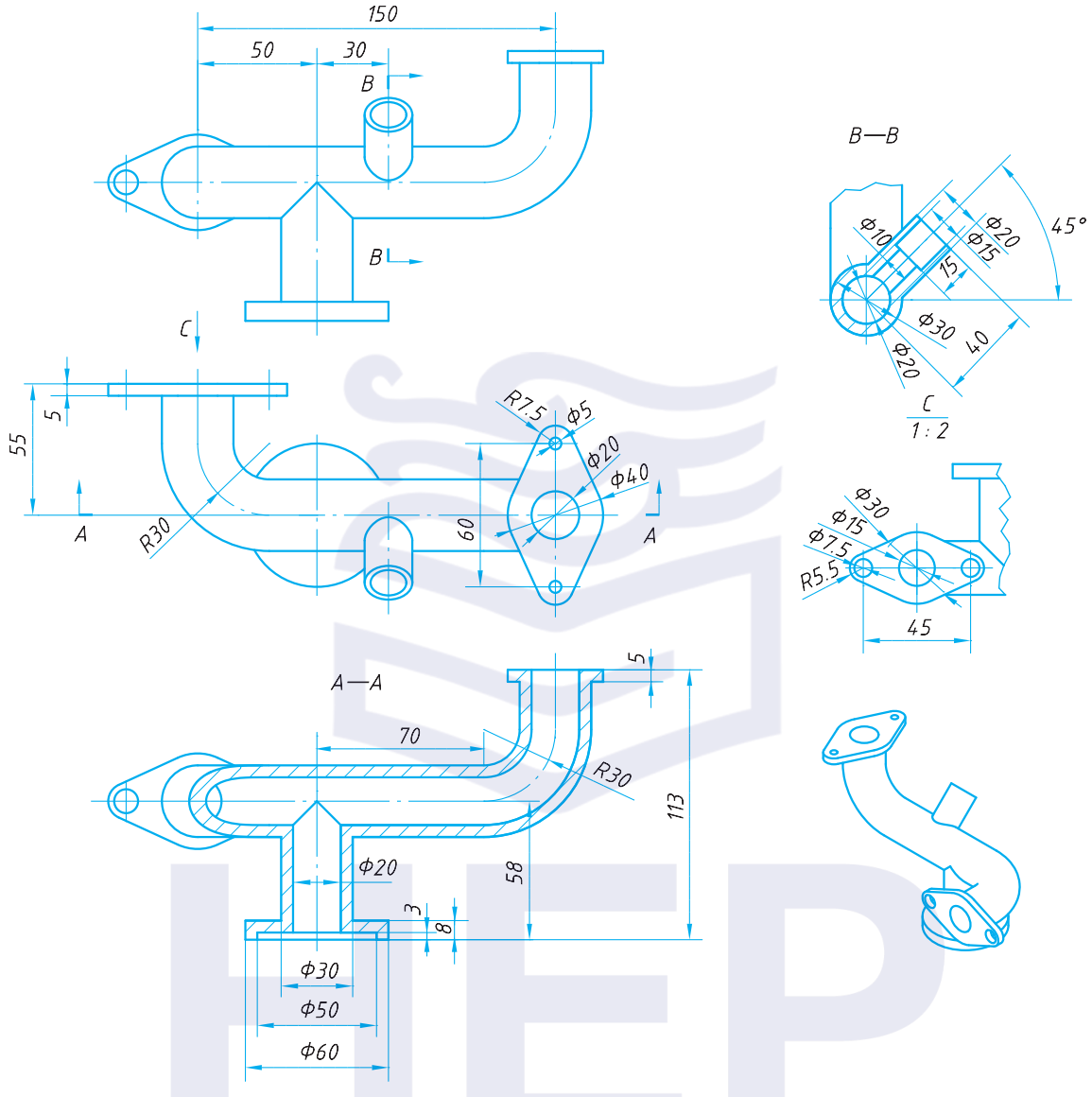

150
50
30
B
B
C
55
5
A
R30
R7.5
Φ5
Φ20
Φ40
60
A
B—B
Φ10
Φ20
Φ15
45°
15
Φ30
40
Φ20
C
1 : 2
Φ30
Φ15
Φ7.5
R5.5
45
A—A
5
70
R30
113
Φ20
58
3
8
Φ30
Φ50
Φ60
(d)

图 7-42　提高练习图

模块八

创建工程图

创建工程图的主要目的是记录和传达设计者的设计思路与设计意图，方便技术人员进行技术交流，以更好地了解零件的结构和生产技术要求，从而指导生产。零件图通常采用投影成形的三视图和轴测图来表达。本模块将通过分析三视图的投影规律，介绍补画视图创建三视图的方法，以及利用现有的三维模型来创建不同投影视图的方法。

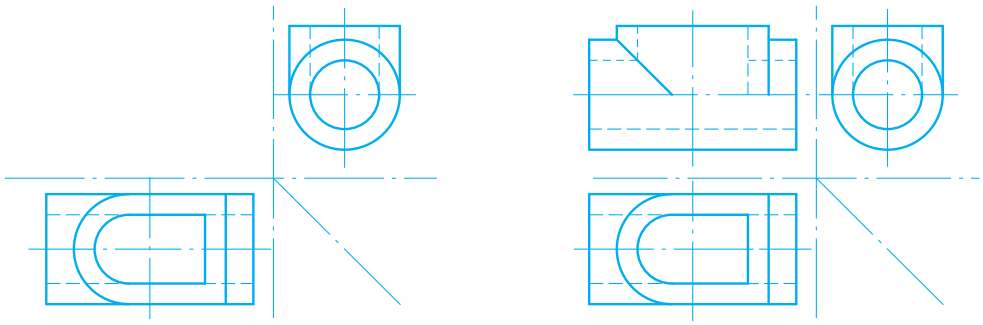
任务 1　补画视图 >>>

任务目标

- 能理解三视图的投影规律。
- 能根据已有视图绘制其他的视图。
- 能正确绘制两个相交立体的相贯线。

任务导入

根据本书配套资源包中的“素材/模块八　创建工程图/任务 1”文件夹中的“补画视图 . dwg”文件，如图 8-1a 所示，补画主视图，补画结果如图 8-1b 所示。



(a) 补画视图.dwg　　(b) 补画结果

图 8-1　补画主视图

任务分析

本任务主要涉及相交立体的投影知识，需要根据已有视图运用投影的相关知识补画视图，属“视图二求一”问题。对于相交的立体需要特别注意相贯线的绘制。相贯线是两个相交立体表面的共有线，也是两立体的分界线。在补画视图的过程中可结合投影“长对正、高平齐、宽相等”的规律，利用辅助线来保证各投影特征间的对等关系，应根据特征一一对应求解，以防错画、漏画。

知识准备

1. 视图投影的基本知识

视图主要用于表达零件外部结构的形状，分为基本视图、向视图、局部视图和斜视图等。将零件置于三个相互垂直的投影面体系内，然后从零件的三个方向进行观察，即可在三个投影面上得到三个视图。视图投影主要存在着位置、尺寸和方位的关系。

1.1　位置关系

投影法的基本知识，用户可参阅机械制图的相关书籍。三视图的位置关系如图 8-2 所示，俯视图在主视图的正下方，左视图在主视图的正右方。

1.2　尺寸关系

由图 8-2 所示可知，一个视图只能反映物体两个方向的尺寸。主视图反映物体的长和高，俯视图反映物体的长和宽，左视图反映物体的宽和高。由于投影过程中物体的大小不变、位置不变，因此三视图间存在着如下的关系：

主、俯视图等长，即主、俯视图长对正。

主、左视图等高，即主、左视图高平齐。

俯、左视图等宽，即俯、左视图宽相等。

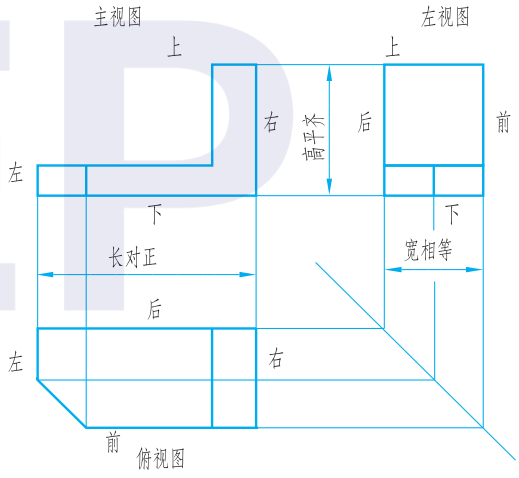


图 8-2　三视图的位置关系

在三视图中，各视图的投影关系必须符合“长对正、高平齐、宽相等”，如图 8-2 所示。

1.3　方位关系

物体在三维空间中具有上、下、左、右、前、后六个方位，根据图 8-2 可知：

主视图反映物体的上、下，左、右相对位置关系，不反映前、后相对位置。

俯视图反映物体的前、后，左、右相对位置关系，不反映上、下相对位置。

左视图反映物体的前、后，上、下相对位置关系，不反映左、右相对位置。

2. “视图二求一”问题

根据两个视图，补画第三视图，即“视图二求一”问题，如图 8-3a 所示，已知主视图与俯视图，要求绘制左视图，补画结果如图 8-3b 所示。解决这类“视图二求一”问题时需处理好三视图间的对应关系，这有助于提高学习者的空间思维能力。

(a) 原有视图　　(b) 补画结果

图 8-3　“视图二求一”

3. 补画三视图的求解方法

辅助线保证“长对正、高平齐、宽相等”是补画三视图的基本要求，也是正确绘制三视图的重要方法。补画时，首先在三视图之间绘制“十字”的水平线与垂直线，并在水平线与垂直线的交点绘制角度为-45°的斜线，利用这些辅助线来保证“长对正、高平齐、宽相等”。接着根据投影关系加以综合分析，在几何空间构建面或线的位置，从而完成第三视图的绘制。在几何投影中，线可投射成点或面，反之亦可，应仔细综合分析。

下面以补画图 8-3a 的左视图为例，说明具体的操作方法：

打开本书配套资源包中的“素材/模块八　创建工程图/任务 1”文件夹中的“二求一 . dwg”文件，在两视图之间绘制辅助线，如图 8-4 所示。

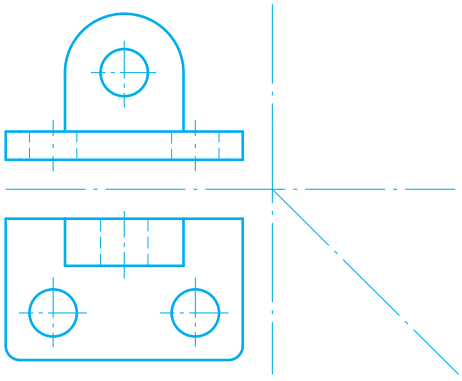
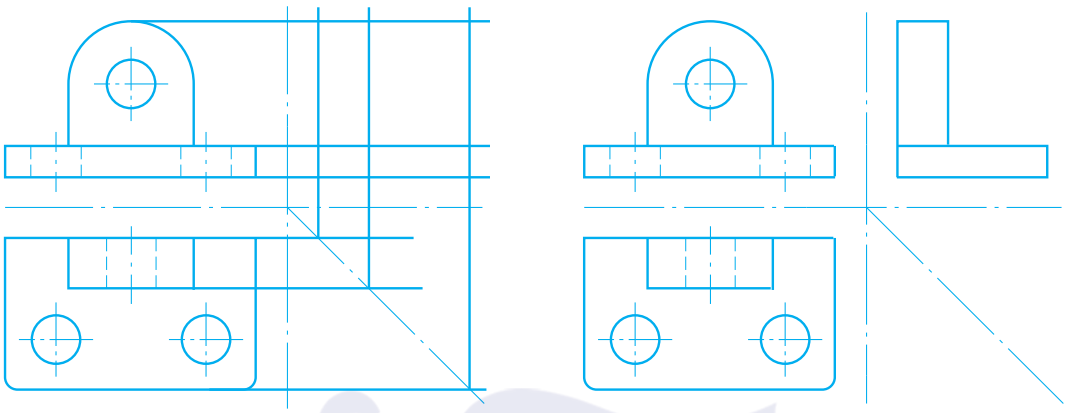


图 8-4　绘制辅助线

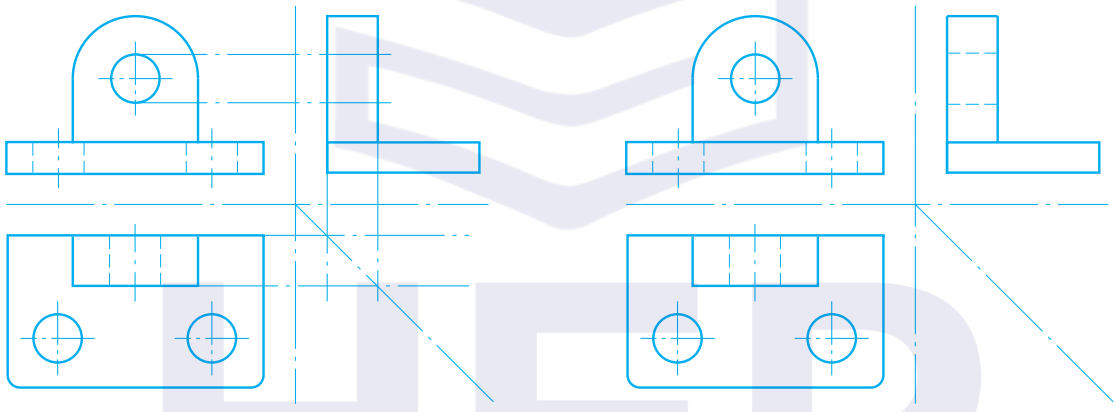
绘制如图 8-5a 所示的外轮廓的投影，根据投影关系对其进行修剪，修剪结果如图 8-5b 所示。



(a) 绘制外轮廓投影线　　(b) 修剪结果

图 8-5　绘制最大轮廓线

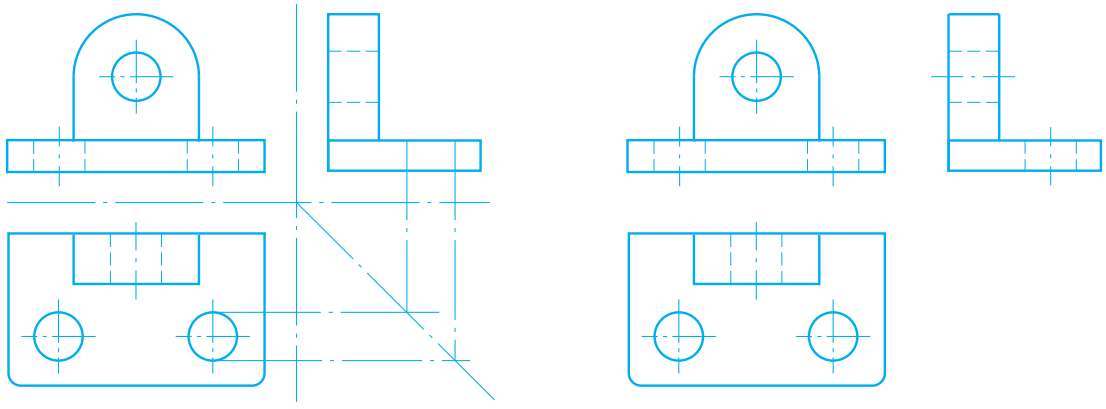
针对 T 形板上的孔特征绘制如图 8-6a 所示投影线，根据投影关系对其进行修剪，修剪结果如图 8-6b 所示。



(a) 绘制孔特征投影线　　(b) 修剪结果

图 8-6　求孔特征

继续绘制其他两个孔特征的投影线如图 8-7a 所示，根据投影关系对其进行修剪，最后标记中心线，删除辅助线，补画结果如图 8-7b 所示。



(a) 绘制孔特征投影线　　(b) 补画结果

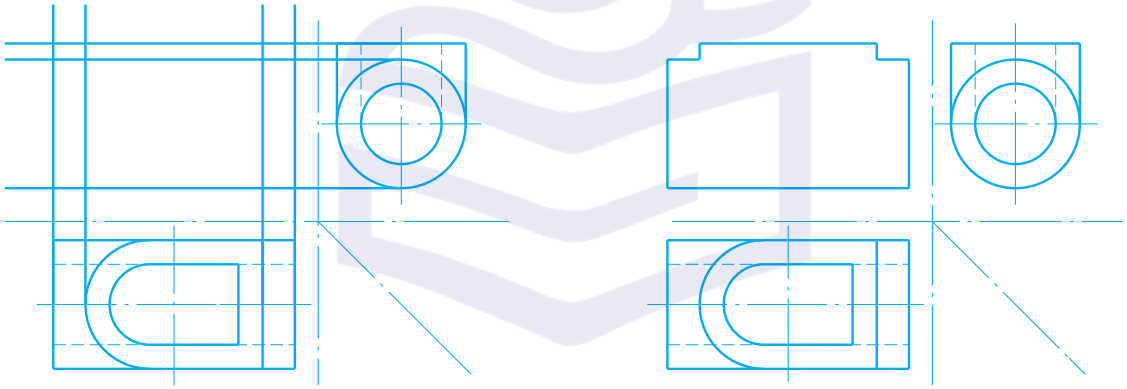
图 8-7　求孔特征

技术指导

补画视图时，一般先求最大轮廓，然后再针对具体特征逐一绘制投影线，针对投影线结合几何图形进行分析或逆推，最后再将多余的线删除或修剪，并通过不同的线型与颜色进行区分。

任务实施

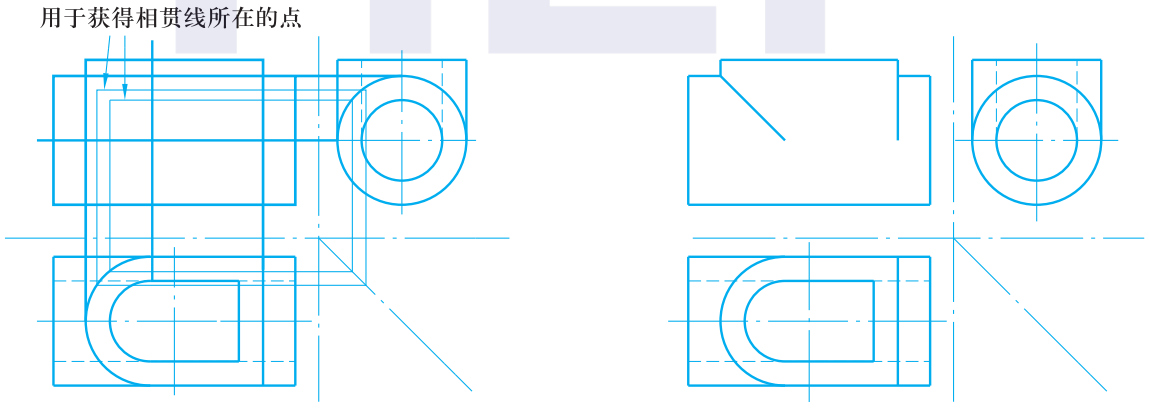
打开本书配套资源包中的“素材/模块八　创建工程图/任务 1”文件夹中的“补画视图 . dwg”文件，绘制辅助线，并绘制外轮廓的投影线，如图 8-8a 所示，根据投影关系对其进行修剪，修剪结果如图 8-8b 所示。



(a) 绘制投影线　　(b) 修剪结果

图 8-8　求孔外轮廓

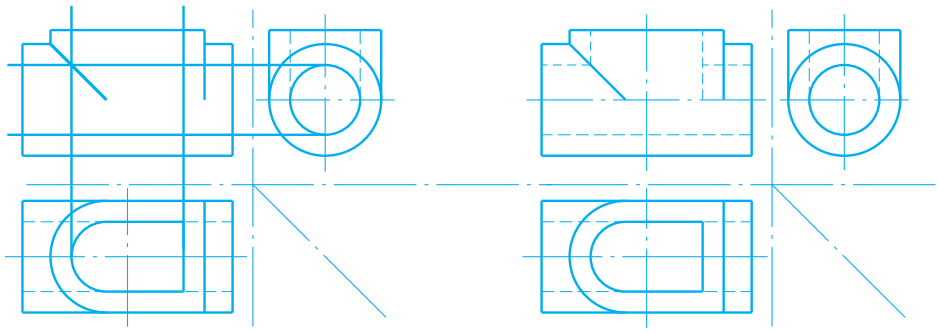
绘制圆柱的相交部分投影，如图 8-9a 所示，根据投影关系对其进行修剪，修剪结果如图 8-9b 所示，得到相贯线。



(a) 绘制相交部分投影　　(b) 修剪结果

图 8-9　求相贯线

绘制孔的投影，如图 8-10a 所示，根据投影关系对其进行修剪，并添加中心线，修剪结果如图 8-10b 所示。至此任务完成。



(a) 绘制孔的投影　　(b) 修剪结果

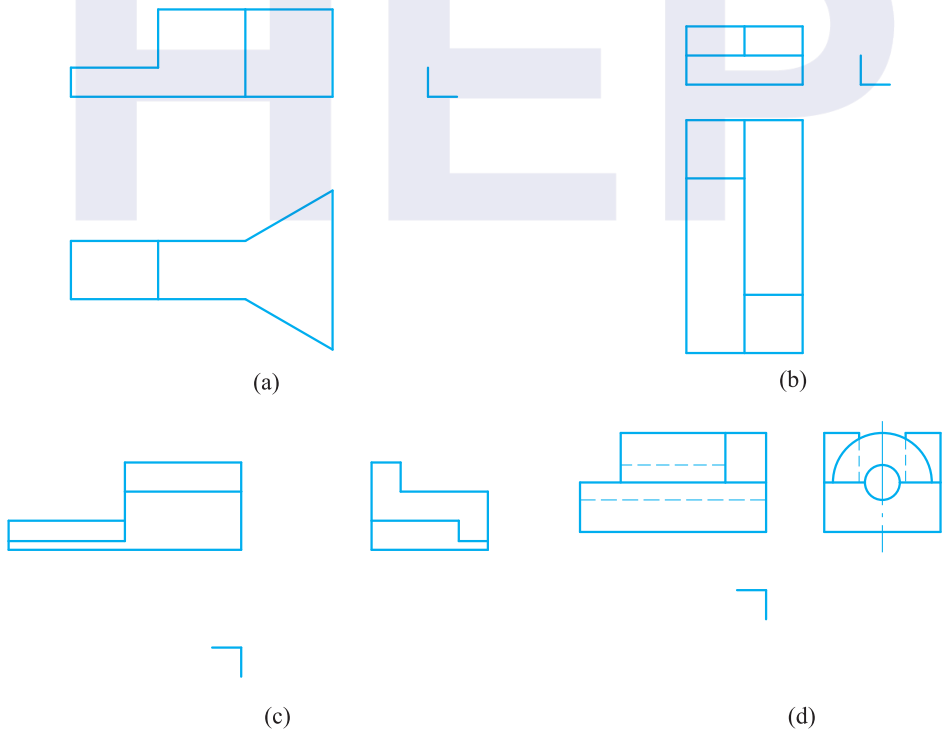
图 8-10　孔的投影特征

任务总结

本任务主要复习了视图投影的基本知识，通过以“视图二求一”问题为载体实现对投影知识的巩固。在补画视图的过程中需要紧扣“长对正、高平齐、宽相等”的原则来理清不同视图间的关系，从而获得所求的特征。

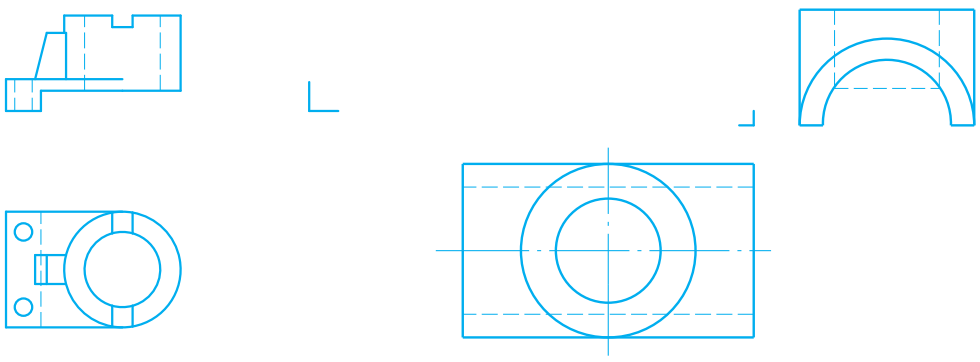
提高练习

根据本书配套资源包的“素材/模块八　创建工程图/任务 1”文件夹中的“TG8-1. dwg”文件，如图 8-11 所示，补画相应的视图。



(a)　　(b)

(c)　　(d)



(e)　(f)

图 8-11　提高练习图

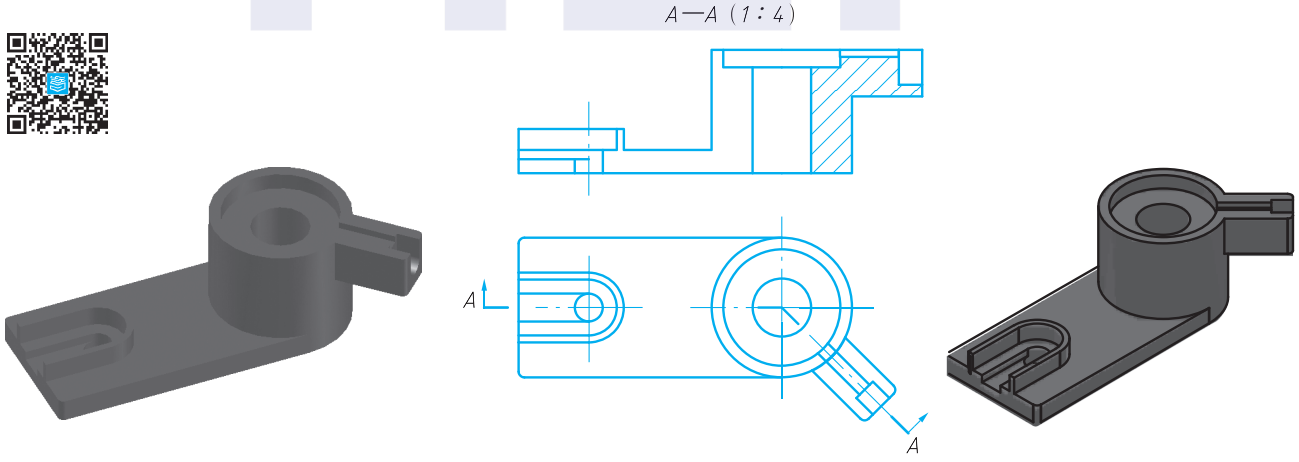
任务 2　创建叉块工程图 >>>

任务目标

- 能使用不同的方法创建工程图。
- 能正确创建剖视图。

任务导入

根据本书配套资源包中的“素材/模块八　创建工程图/任务 2”文件中的“叉块 . dwg”文件，如图 8-12a 所示，创建如图 8-12b 所示的工程图。



(a) 叉块.dwg　(b) 创建工程图

图 8-12　叉块工程图

任务分析

由于叉块零件不规则，为了全面反映零件的内部结构，采用了旋转剖视图的方式来表达。本任务主要涉及由零件生成三视图的方法。

知识准备

1. 实体零件生成三视图的方法

1.1　使用【3D 旋转】命令和【平面摄影】命令

1）使用【3D 旋转】命令（ROTATE3D）可将选定对象按指定的旋转轴进行旋转，与【2D 旋转】命令（ROTATE）的不同在于【3D 旋转】命令可以在三维空间旋转。

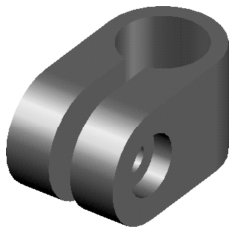


图 8-13　双圆头块 . dwg

打开本书配套资源包中的“素材/模块八　创建工程图/任务 2”文件夹中的“双圆头块 . dwg”文件，如图 8-13 所示。

将其调整为俯视图，并沿水平和垂直方向各复制一次，相邻两零件的距离稍微大一些，复制结果如图 8-14 所示。

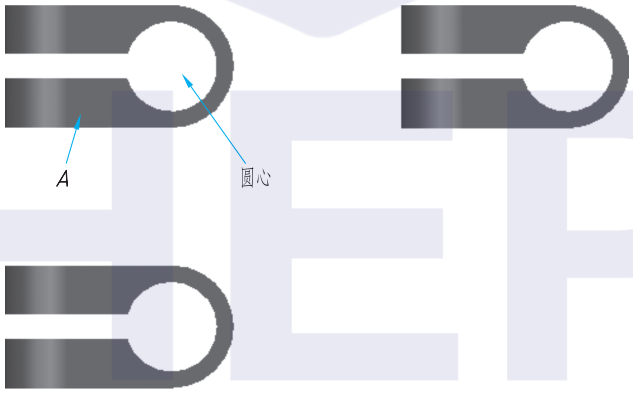


图 8-14　复制结果

在命令行输入“ROTATE3D”，按空格键，系统提示：

命令：ROTATE3D

当前正向角度：　ANGDIR = 逆时针　ANGBASE = 0

选择对象：指定对角点：找到 1 个　　//选择如图 8-14 所示的 *A* 对象，按空格键

选择对象：

指定轴上的第一个点或定义轴依据

［对象（O）/最近的（L）/视图（V）/X 轴（X）/Y 轴（Y）/Z 轴（Z）/两点（2）］：X　　//输入“X”，按空格键

指定 X 轴上的点 <0,0,0>：　　//选择如图 8-14 所示的圆心

指定旋转角度或［参照（R）］：-90　　//输入“-90”，按空格键

旋转零件如图 8-15 所示。

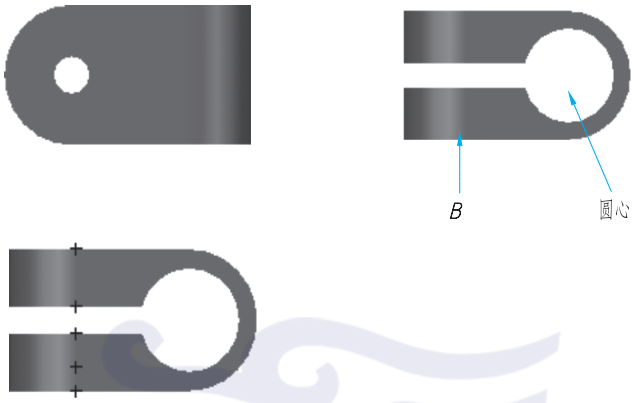


图 8-15　旋转零件

继续在命令行输入“ROTATE3D”，按空格键，选择如图 8-15 所示的 *B* 对象，按空格键，输入“Y”，以选择绕 *Y* 轴旋转，按空格键，输入“90”，按空格键，旋转形成三视图如图 8-16a 所示，最后将三个图形进行调整，使其对正，调整结果如图 8-16b 所示。

(a) 旋转形成三视图　　(b) 调整结果

图 8-16　旋转实体形成三视图

技术指导

对于此处的旋转方向，可使用右手法则进行判定。伸出右手，大拇指与旋转轴的正方向一致，手握旋转轴，四指所指的方向就是正方向，即为角度正值的方向，反之则为负方向。

2）使用【平面摄影】命令可将当前视图中所有三维实体、曲面和网格组成的三维对象投影到与当前视图平行的平面上，从而形成二维投影。这些投影出来的二维图形为块，如需要编辑，可先进行分解再编辑处理。

单击【常用】选项卡中的【截面平面】按钮，从下拉列表中选择【平面摄影】选项，如图 8-17a 所示，弹出【平面摄影】对话框，如图 8-17b 所示，参数如图。

(a) 选择【平面摄影】选项　　(b)【平面摄影】对话框

图 8-17　选择【平面摄影】选项

在【平面摄影】对话框单击【创建】按钮，系统显示三视图，系统提示，

命令：_flatshot

单位：毫米　转换：　1.0000

指定插入点或［基点(B)/比例(S)/X/Y/Z/旋转(R)/分解(E)/重复(RE)］：　//移动光标到适当位置单击以确定放置的位置

输入 X 比例因子，指定对角点，或［角点(C)/xyz(XYZ)］<1>：　//按空格键，默认比例为 1

输入 Y 比例因子或 <使用 X 比例因子>：　//按空格键，默认沿用 *X* 比例因子

指定旋转角度 <0>：　//按空格键，默认旋转角度为 0°

创建三视图如图 8-18 所示。

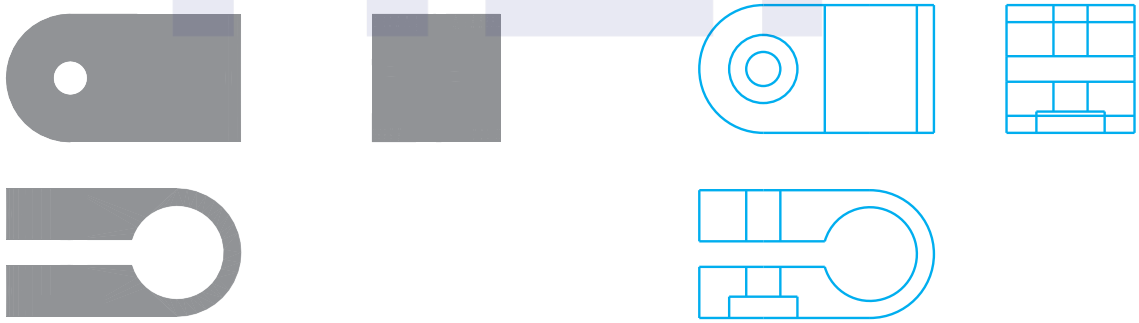


图 8-18　创建三视图

技术指导

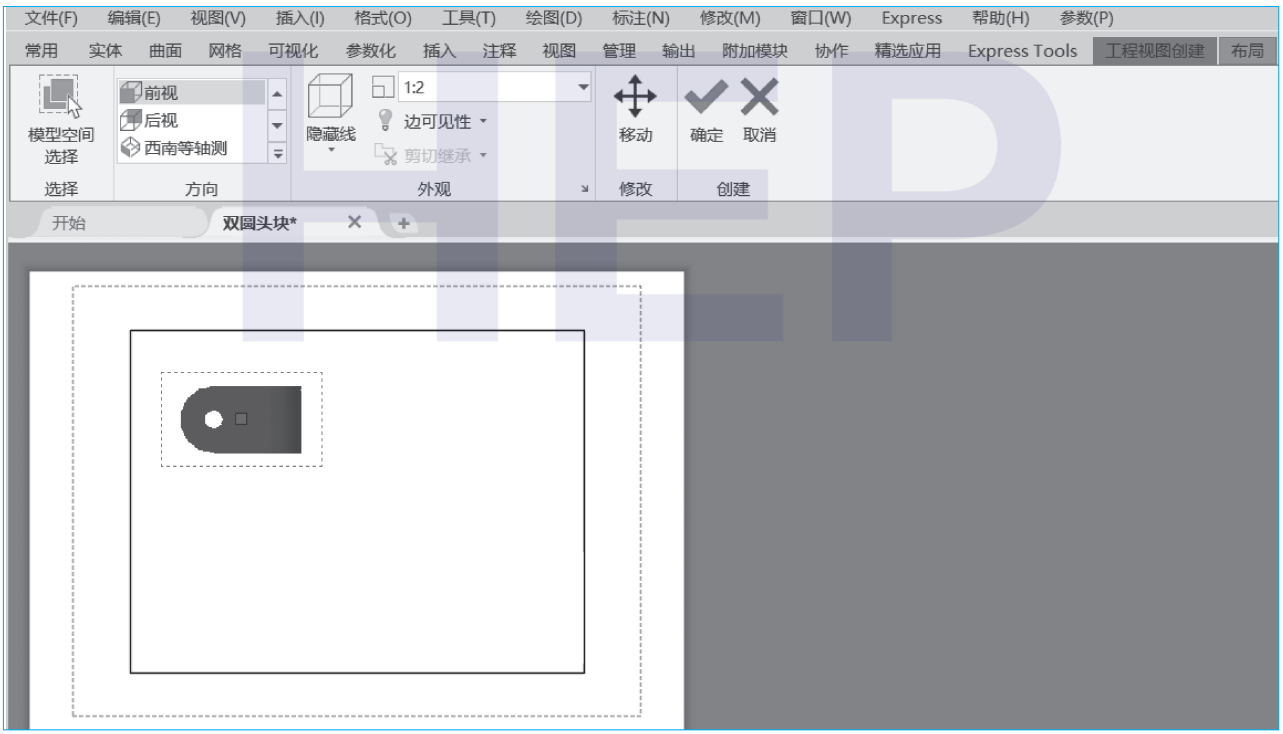
可先将所创建的三视图进行分解，再修改相关对象的图层特性，如颜色、线型，并创建中心线等，使三视图的内容更加完整。

1.2　使用【基点视图】命令

使用【基点视图】命令可将模型空间中的三维对象投射到布局中，创建视图。

继续采用上一例的双圆头块展开介绍。打开本书配套资源包中的“素材/模块八　创建工程图/任务 2”文件夹中的“双圆头块 . dwg”文件，在【常用】选项卡的【视图】面板中单击【基点】按钮，选择【从模型空间】选项，如图 8-19a 所示。直接按回车键，默认选择整个模型。系统提示对新布局进行命名或使用现有的布局，直接按回车键选择默认选项，系统显示【工程视图创建】和【布局】上下文选项卡，并将比例自动调整为 1 ∶ 2，按回车键接受默认选项，在布局视口的左上角单击，选择视图方向为“前视图”，按回车键，单击【确定】钮按 ✔，创建主视图结果如图 8-19b 所示。

(a) 选择【从模型空间】选项



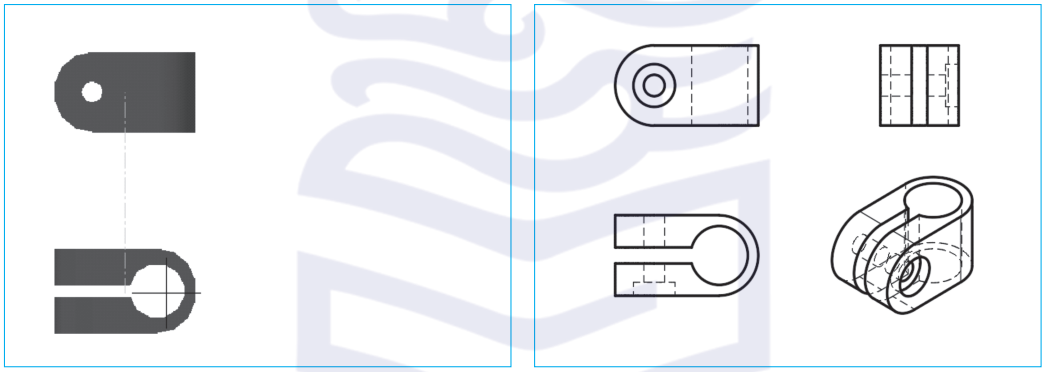
(b) 创建主视图结果

图 8-19　创建主视图

技术指导

在创建第一个视图的时候需要考虑后续的视图，因为第一个视图为基础视图，后续的视图将以基础视图为投影参照。如这里先创建前视图的目的是为了方便后续分别创建俯视图、左视图和轴测图。

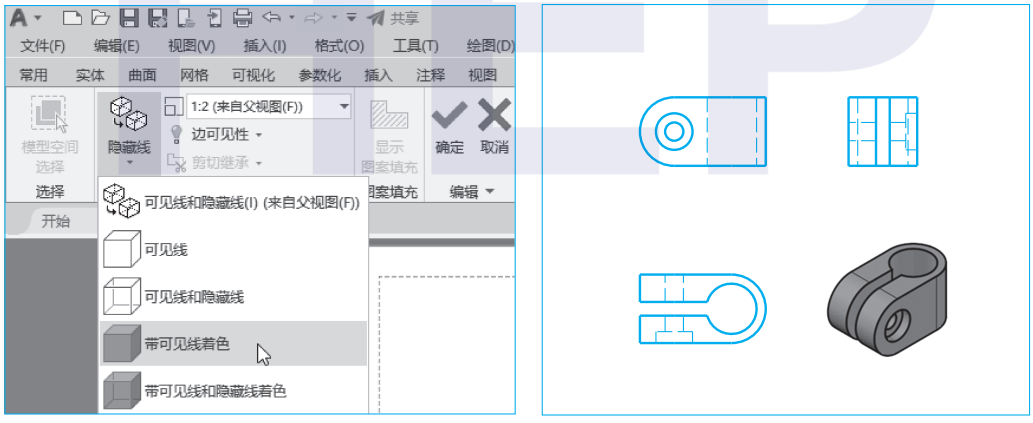
向下移动光标在适当位置单击，以创建俯视图，如图 8-20a 所示。向右移动光标在适当位置单击，以创建左视图，向右下角移动光标在适当位置单击，以创建轴测图，按回车键，创建工程图结果如图 8-20b 所示。



(a) 创建俯视图　　(b) 创建工程图结果

图 8-20　创建双圆头块工程图

双击刚创建的轴测图，系统弹出视图编辑选项，选择【带可见线着色】选项，如图 8-21a 所示，单击【确定】按钮 ✔，调整结果如图 8-21b 所示。



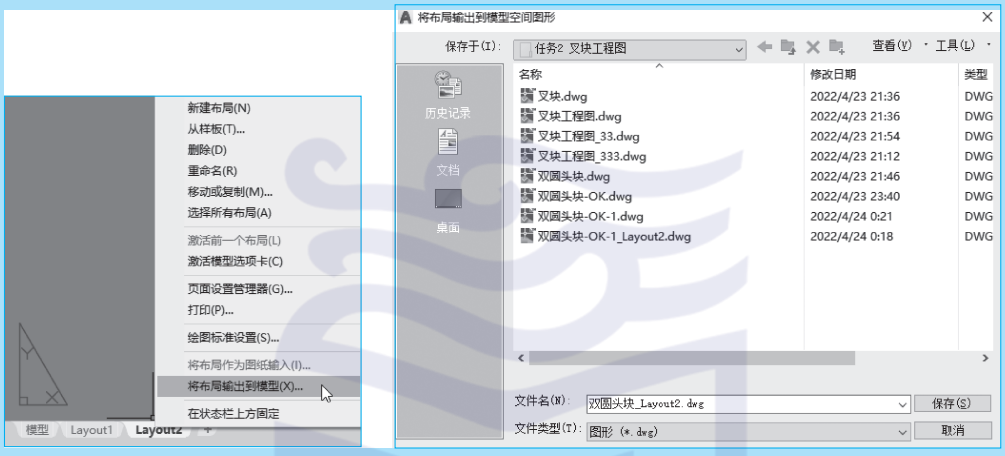
(a) 选择【带可见线颜色】选项　　(b) 调整结果

图 8-21　调整视图显示状态

技术指导

在布局视口中创建的视图可以进行尺寸标注、修改线型等操作。必须注意这里创建的视图与原模型空间的参照对象的尺寸具有相关性，如模型空间的尺寸发生变化，布局视口中生成的视图也将发生变化。

用户还可以将布局空间创建的视图输出到模型空间，只要在所在布局名称的位置单击右键，在弹出的快速菜单中选择【将布局输出到模型】选项，如图 8-22a 所示。此时系统弹出【将布局输出到模型空间图形】对话框，用户只要指定保存文件的位置和文件名称，如图 8-22b 所示，即可完成输出。



(a) 选择【将布局输出到模型】选项　　(b) 指定保存位置和文件名称

图 8-22　调整视图显示状态将布局输出到模型空间

图 8-23 所示为打开视图的效果，用户若需要对细节部分进行编辑，可先分解再编辑处理。

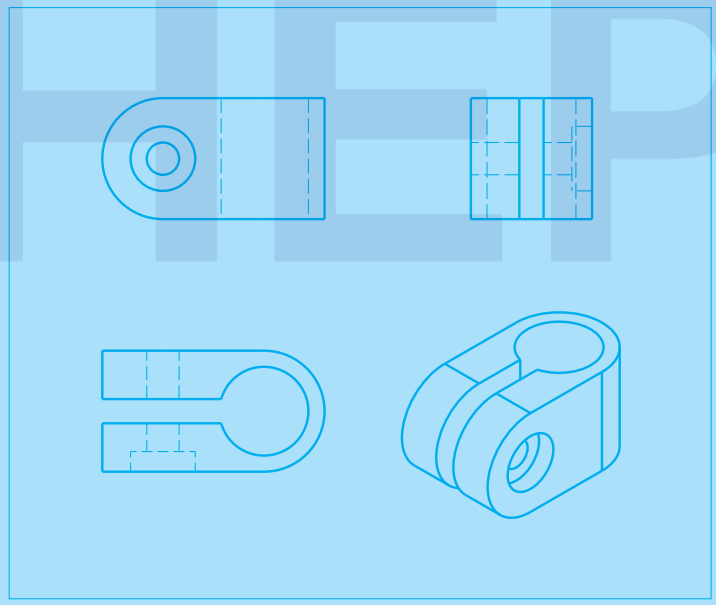


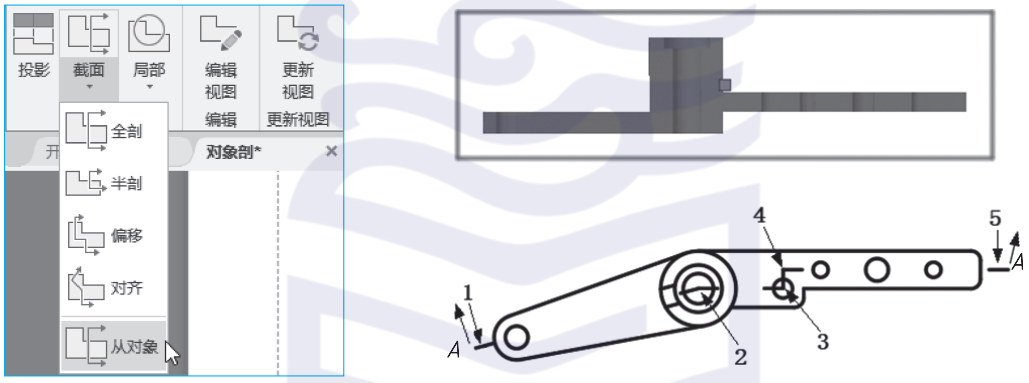
图 8-23　打开视图的效果

2. 创建剖视图

AutoCAD 软件分别提供了全剖、半剖、偏移剖（阶梯剖）、对齐剖（旋转剖）、从对象（任意

剖）共 5 种创建剖视图的方法。这里重点介绍从对象（任意剖）创建剖视图的方法，因为其他剖视图的创建方法几乎相同。

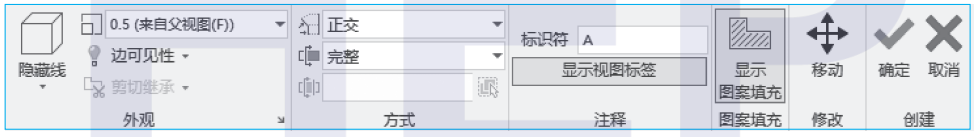
打开本书配套资源包中的“素材/模块八　创建工程图/任务 2”文件夹中的“从对象 . dwg”文件，单击选择布局中的俯视图，系统自动显示【工程视图创建】和【布局】上下文选项卡，选择【截面】下拉列表中的【从对象】选项，如图 8-24a 所示。直接按回车键，系统默认选中俯视图，通过极轴追踪的方式，分别选择图 8-24b 所示的 1、2、3、4、5 点，按回车键，向上移动视图，使视图与俯视图为垂直关系并单击，如图 8-24b 所示。



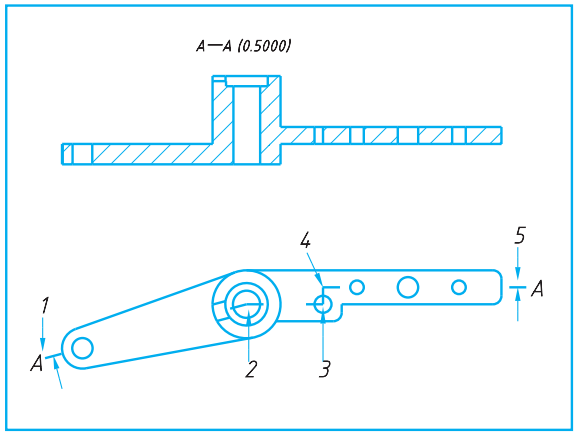
(a) 选择【从对象】选项　　(b) 选择对象

图 8-24　创建俯视图

在【方式】选项卡中选择【正交】选项，其他选项设置如图 8-25a 所示。单击【确定】按钮 ✔，创建结果如图 8-25b 所示。



(a) 选项设置

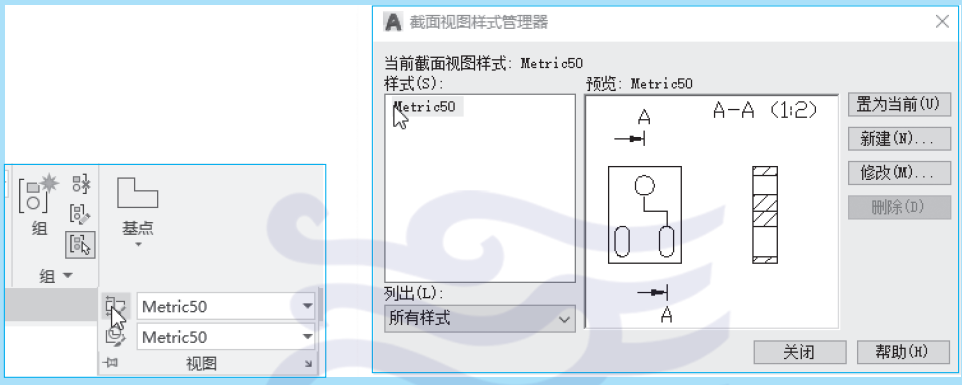


(b) 创建结果

图 8-25　创建从对象剖视图

技术指导

用户可在【常用】选项卡的【视图】面板中单击【基点】按钮，从下拉列表中选择【视图】选项，如图 8-26a 所示，然后选择【截面视图样式】选项。系统弹出【截面视图样式管理器】对话框，如图 8-26b 所示，选择【Metric50】样式，单击【修改】按钮。



(a) 选择【视图】选项　　(b)【截面视图样式】对话框

图 8-26　打开截面视图样式

系统弹出【修改截面视图样式】对话框，如图 8-27 所示，在这里可针对文字样式、剪切平面样式、剖面线样式进行修改。

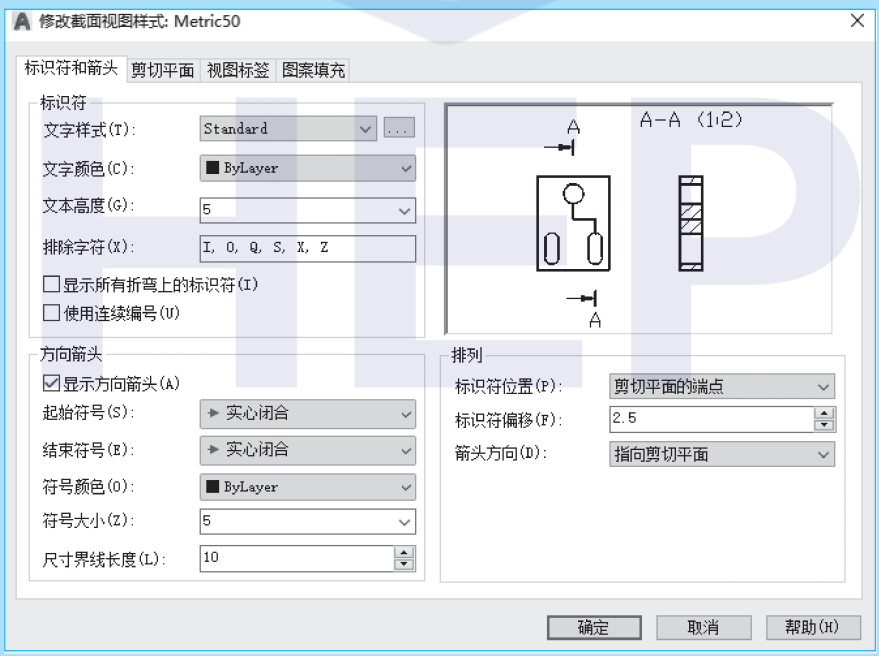


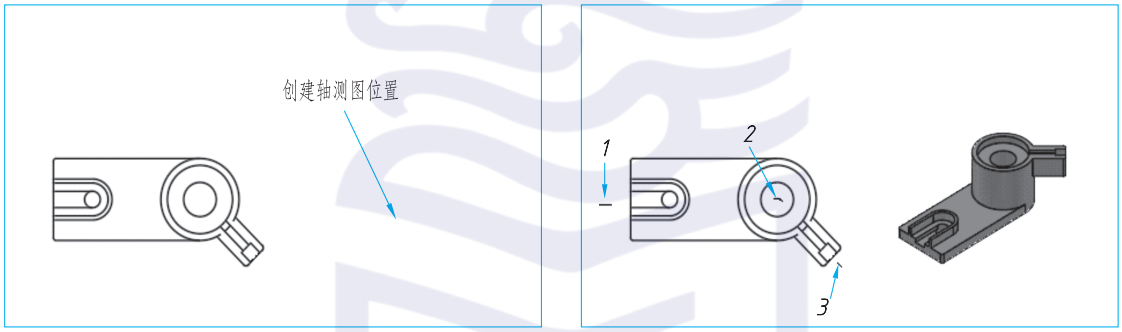
图 8-27　【修改截面视图样式】对话框

任务实施

打开本书配套资源包中的“素材/模块八　创建工程图/任务 2”文件夹中的“叉块 . dwg”文

件，在【常用】选项卡的【视图】面板中单击【基点】按钮，选择【从模型空间】选项，直接按回车键，默认选择整个模型。系统提示对新布局进行命名或使用现有的布局，直接按回车键。系统显示【工程视图创建】和【布局】上下文选项卡，并将比例自动调整为 1∶2，按回车键以选择【基础和投影】选项，在布局视口的左下角单击，选择视图方向为“俯视图”，单击【确定】钮按✔，按回车键，创建俯视图如图 8-28a 所示。

连续按三次回车键，在刚创建视图的右侧单击，选择视图【方向】为“西北等轴测”，选择外观为“带可见线着色”选项，单击【确定】钮按✔，按回车键，创建轴测图如图 8-28b 所示。



(a) 创建俯视图　　(b) 创建轴测图

图 8-28　创建视图

选择布局视口中的俯视图，系统自动显示【工程视图创建】和【布局】上下文选项卡，单击【截面】按钮，从下拉列表中选择【对齐】选项。通过极轴追踪的方式，分别选择如图 8-28b 所示的 1、2、3 点，按回车键，向上移动视图，使视图与俯视图为垂直关系并单击，其他参数采用默认值，单击【确定】钮按✔，按回车键，创建结果如图 8-29 所示。

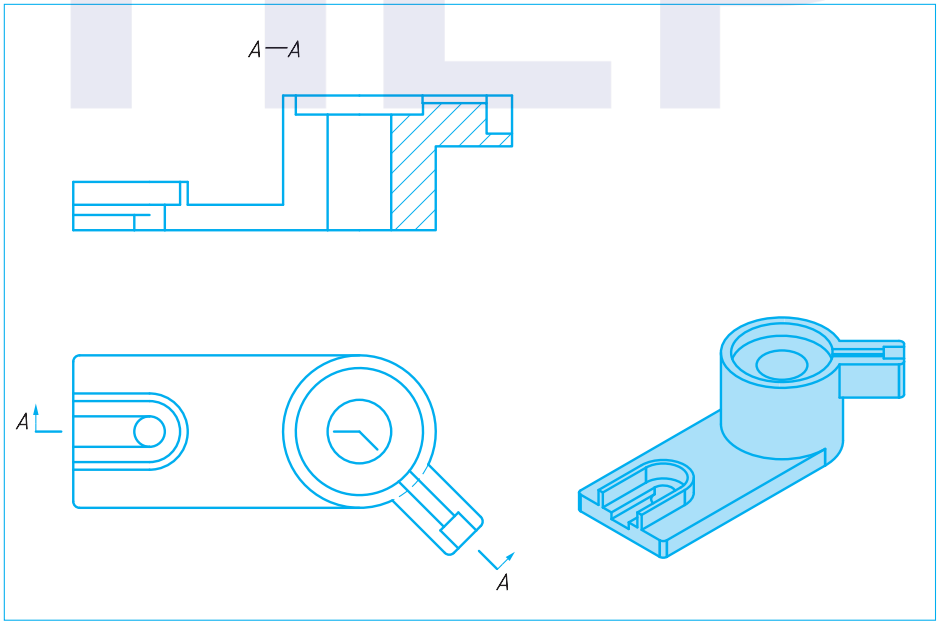


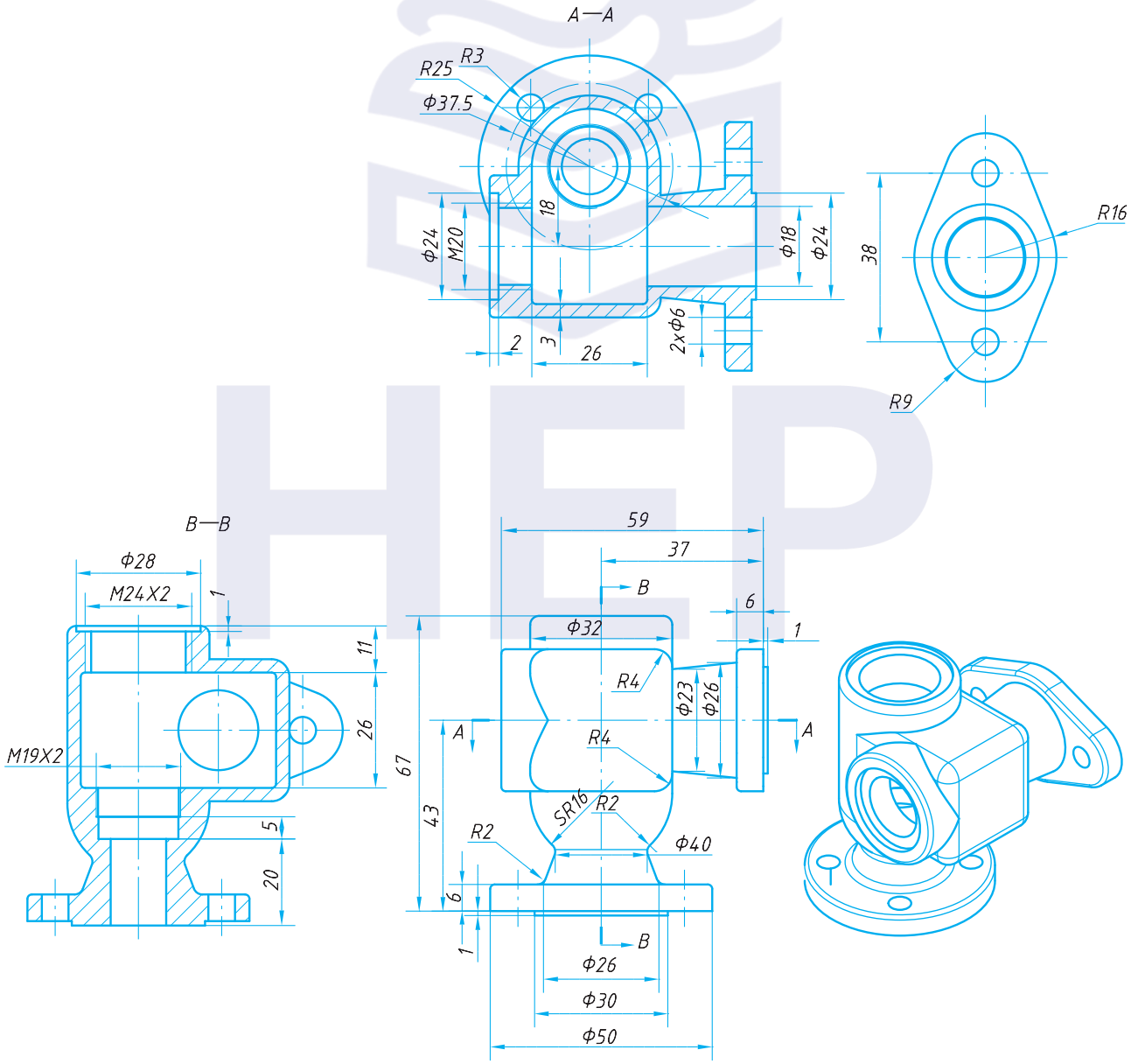
图 8-29　创建结果

任务总结

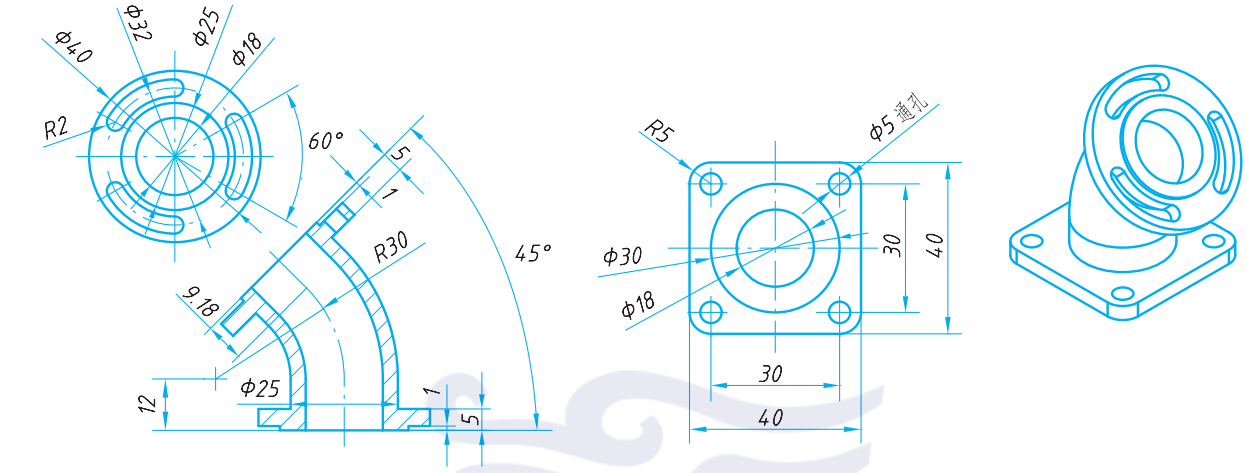
本任务主要学习了将实体零件生成三视图的方法，实际应用中可使用基点命令将模型空间中的三维对象在布局中创建多种视图，而且非常快捷方便。对于一些样式的设置方法，读者可以自行增加练习以更好地掌握。

提高练习

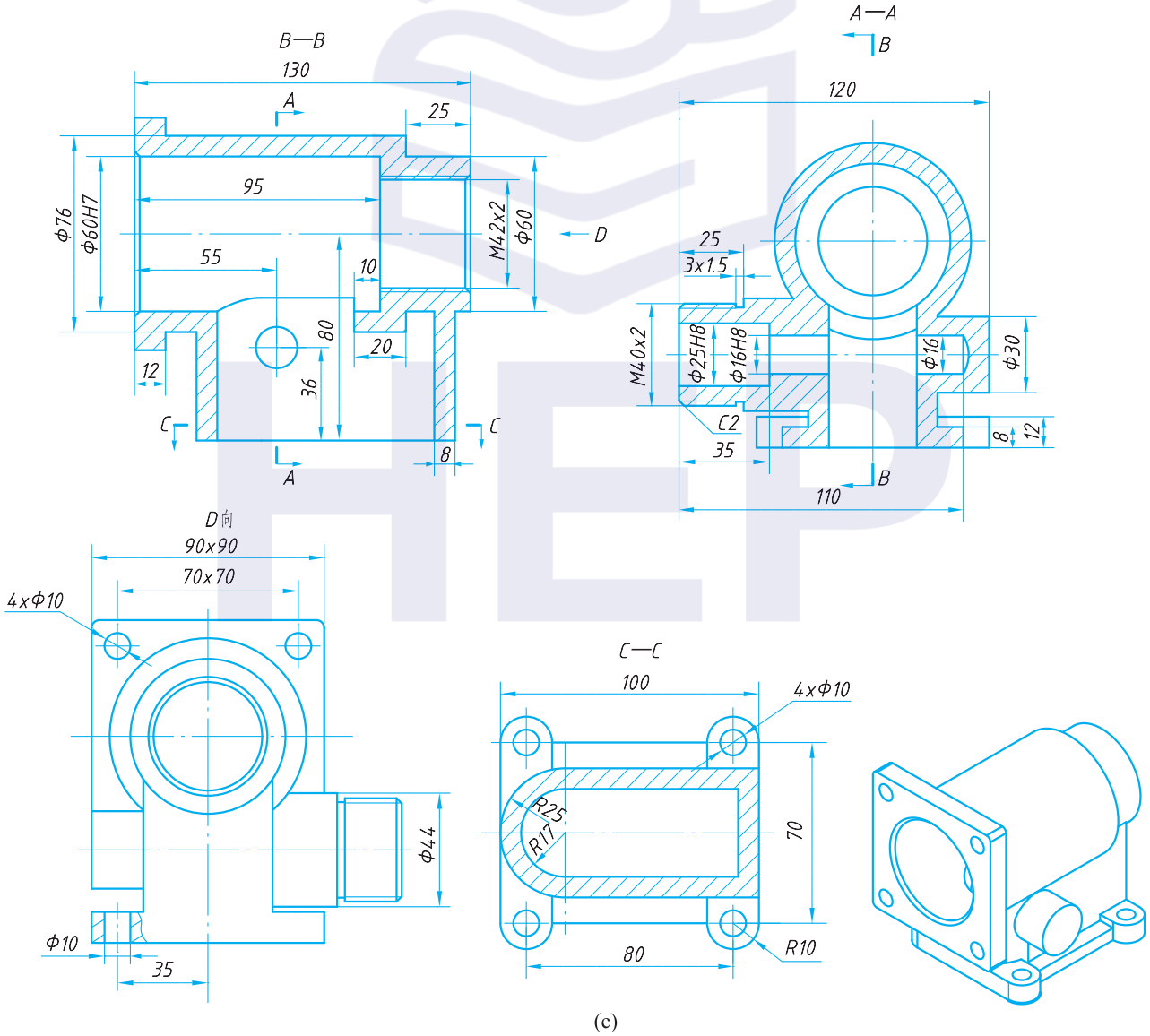
在完成模块七中的提高练习后，分别创建如图 8-30 所示的零件工程图。



(a)



(b)



(c)

图 8-30　提高练习图

模块九

打印图样

为了发挥图样的作用，在完成图样设计后往往需要进行打印，以便进行技术交流并指导生产。AutoCAD 软件中通常情况下是在模型空间进行设计，在布局空间中完成图样的打印。本模块将介绍如何在模型空间或在布局空间进行图样打印，特别是添加图框、设置打印页面和打印样式，以及采用布局空间来创建视口的方法。

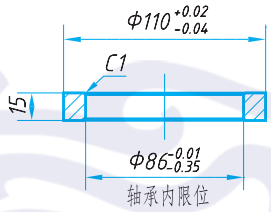
任务　打印防护板 >>>

任务目标

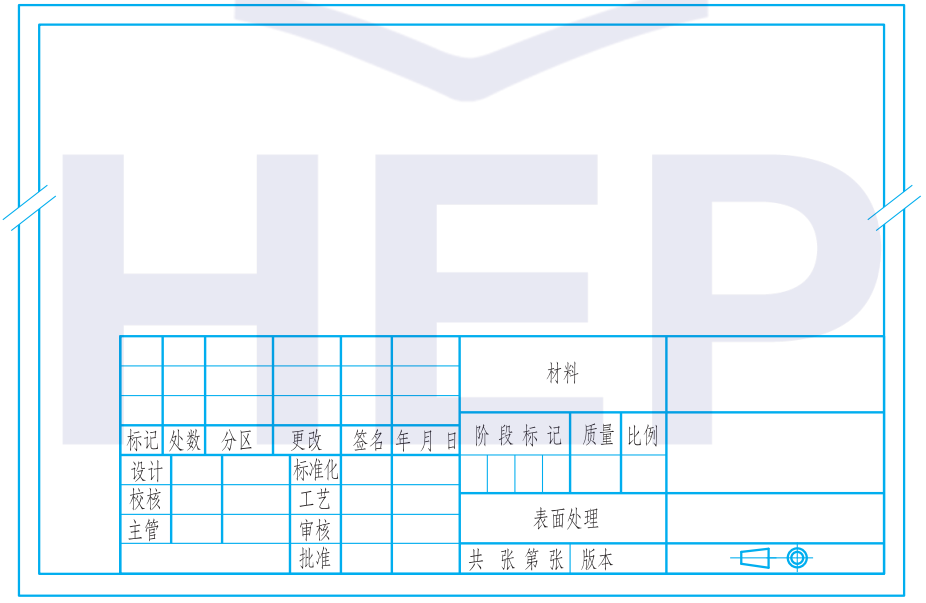
- 能根据需要设置打印图框的模板。
- 能使用手动和自动的方式添加图框。
- 能在模型空间和布局空间打印图样。
- 能在同一个布局空间中创建多个视口实现同时打印多个图样。
- 能根据打印要求正确设置具有个性化的打印样式。
- 能以 PDF 文件格式打印输出图样。

任务导入

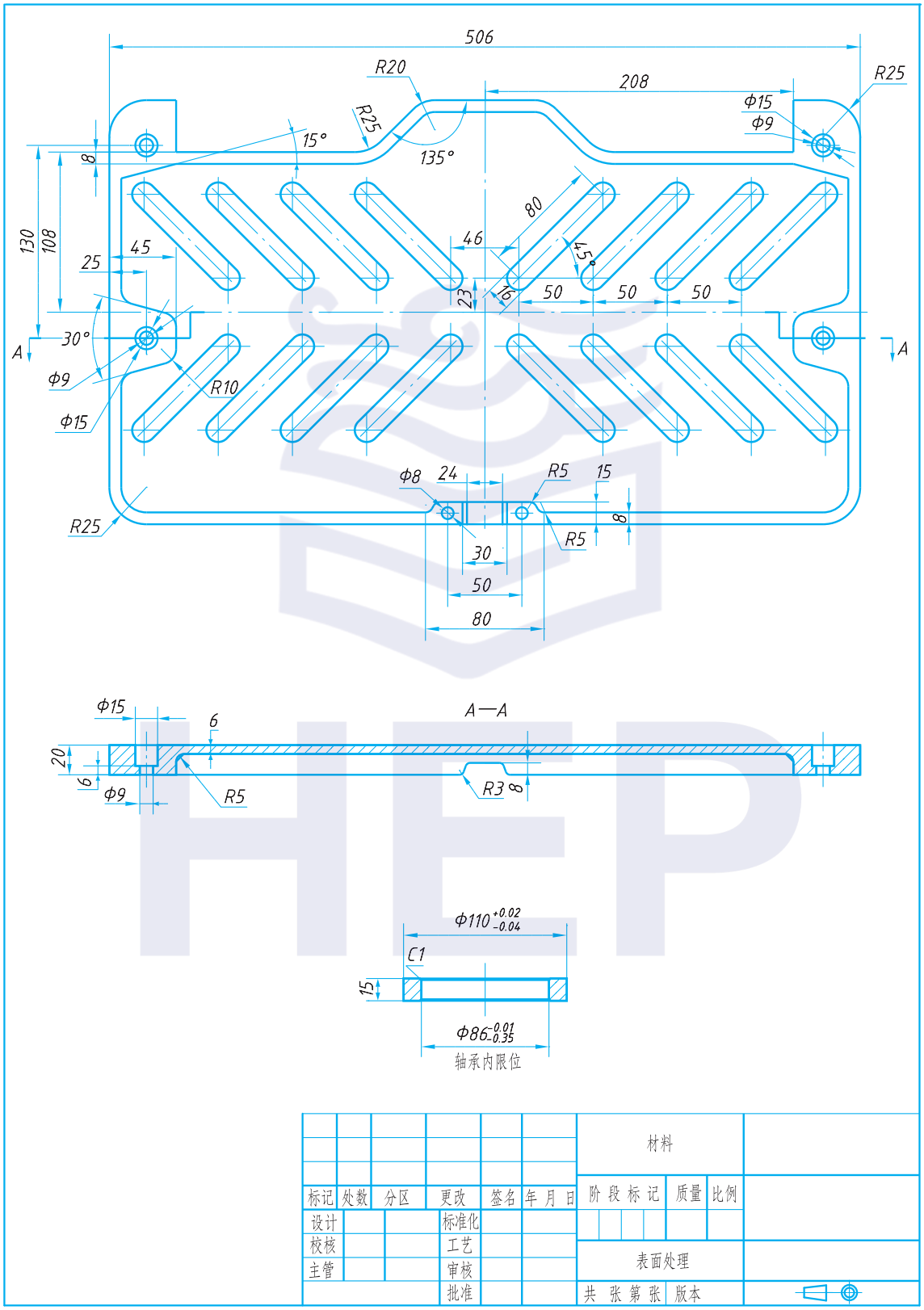
根据本书配套资源包中的“素材/模块九　打印图样/任务”文件夹中的“防护板 . dwg”和“A4 图框竖版 . dwg”文件，将其合并以 PDF 的文件格式来打印出图。图纸为 A4 纸，要求黑白打印，所有轮廓线的线宽为 0. 35 mm，其他线以默认宽度即可。防护板图样如图 9-1 所示。



(a) 轴承内限位.dwg



(b) A4图框竖板.dwg



(c) 创建图样

图 9-1 防护板图样

任务分析

本任务中防护板的大小比竖版的 A4 纸大，显然不适合在模型空间中打印，只能在布局空间中将零件图的视口进行缩小后打印。打印前在布局空间中添加图框并设置页面。由于采用黑白打印，因此打印样式选择【monochrome. ctb】选项。图纸为竖版放置，由于有两个零件同时出现在同一张图纸上，需要在图纸创建两个视口。通过在布局空间创建视口来对图形进行缩放可以避免因图样尺寸修改而带来的麻烦，因为实际绘图时往往是按 1∶1 的比例进行绘制，一旦修改图样的实际尺寸将给后续的交流、生产等活动带来非常多的不便。

知识准备

1. 如何在模型空间中打印图样

下文仅介绍打印 PDF 格式的文件。打开本书配套资源包中的“素材/模块九　打印图样/任务”文件夹中的“旋转螺母 . dwg”文件，如图 9-2 所示。

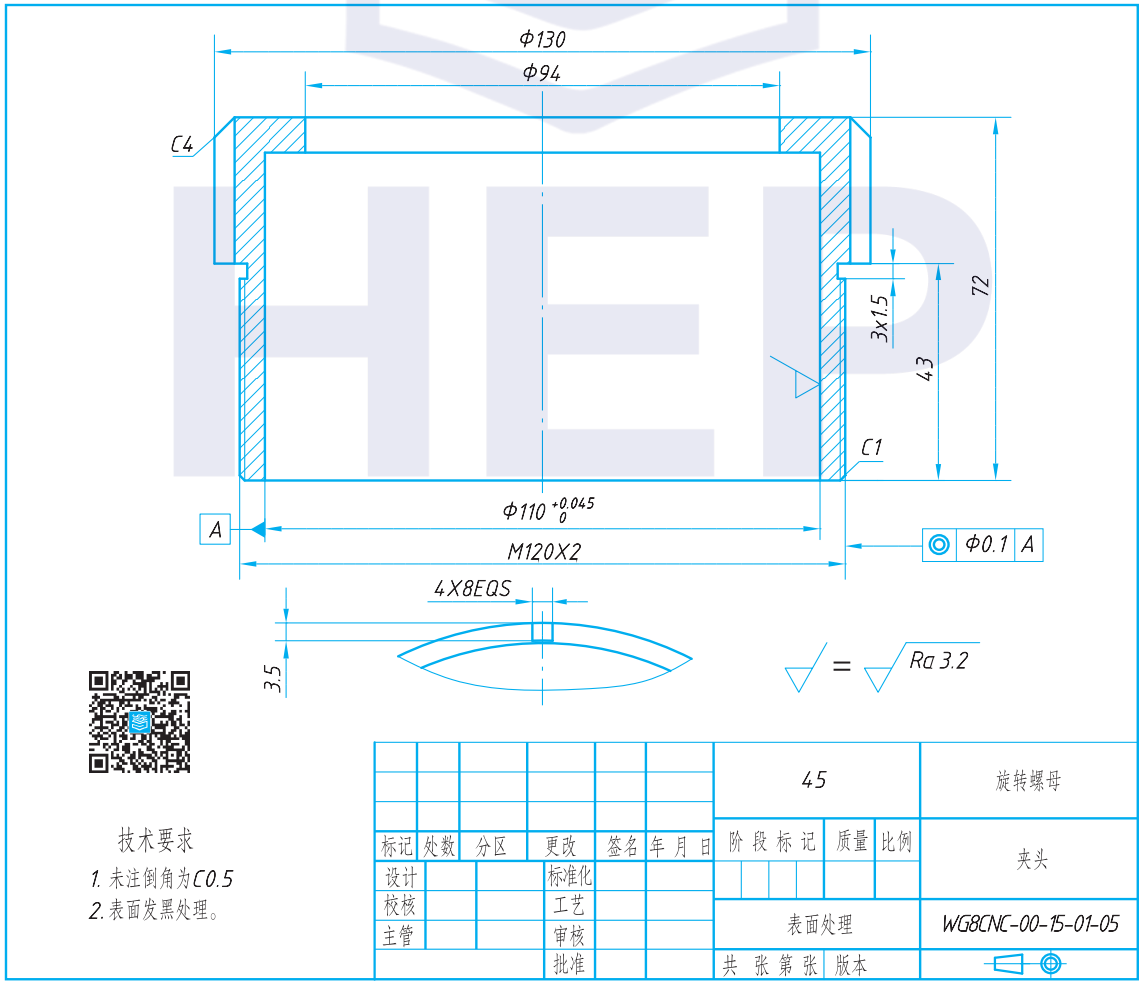


图 9-2　旋转螺母 . dwg

在菜单栏选择【文件】→【打印】命令，系统弹出【打印-模型】对话框，如图 9-3 所示，在【打印机/绘图仪】选项栏的【名称】选项栏选择【导出 WPS PDF】选项，在【图纸尺寸】选项栏选择【A4】，在【打印范围】选项栏选择【窗口】选项，系统自动切换显示模型空间，分别选择如图 9-2 所示的最大矩形框的左上角和右下角两点，即可确定窗口打印范围。分别点选【居中打印】和【布满图纸】选项，在【打印样式表(画笔指定)】选项栏选择【monochrome. ctb】选项，以选择统一为黑色，在【打印选项】选项栏分别点选【打印对象线宽】和【按样式打印】选项，在【图形方向】选项栏选择【横向】选项。单击【确定】按钮。

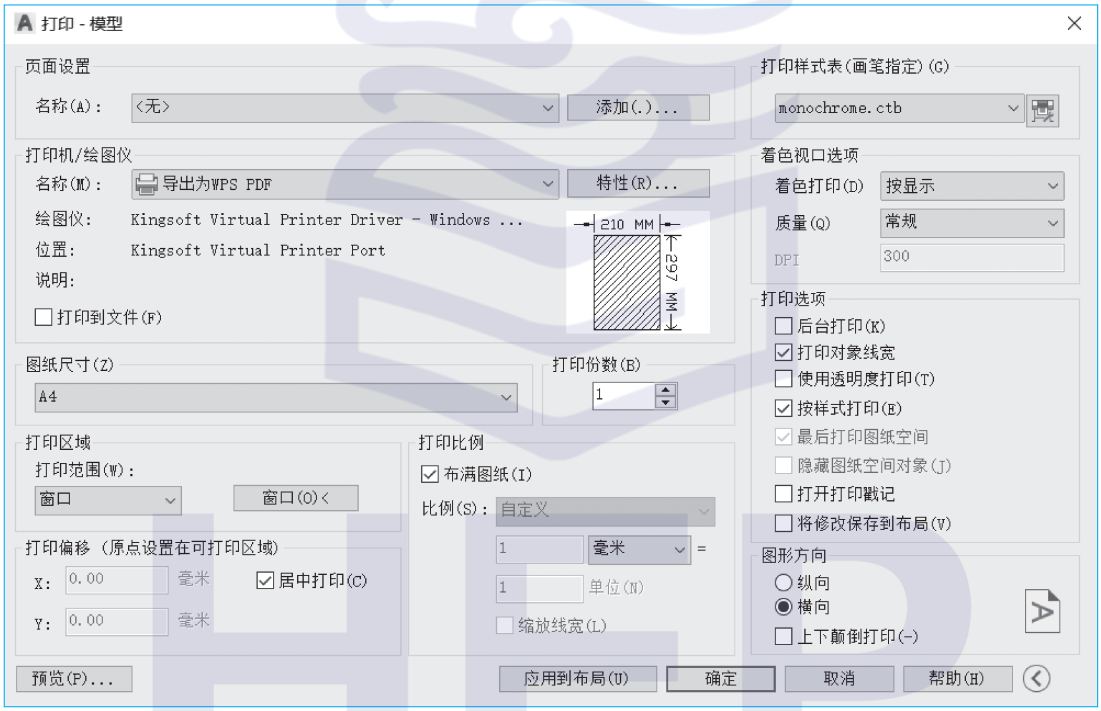


图 9-3　【打印-模型】对话框

技术指导

为了将图样中不同线宽的轮廓打印出来，需要勾选【打印对象线宽】选项。勾选【按样式打印】选项是为了与【打印样式表(画笔指定)】选项栏选择的【monochrome. ctb】选项相对应，否则的话将无法按指定的打印样式来打印。【monochrome. ctb】选项为黑白打印样式。

在【打印-模型】对话框单击【预览】按钮，打印预览如图 9-4 所示。

单击【确定】按钮，系统弹出【预览】对话框，指定文件的保存路径，如图 9-5 所示，这里以保存在“文档”为例，并将图样名称修改为“旋转螺母”。

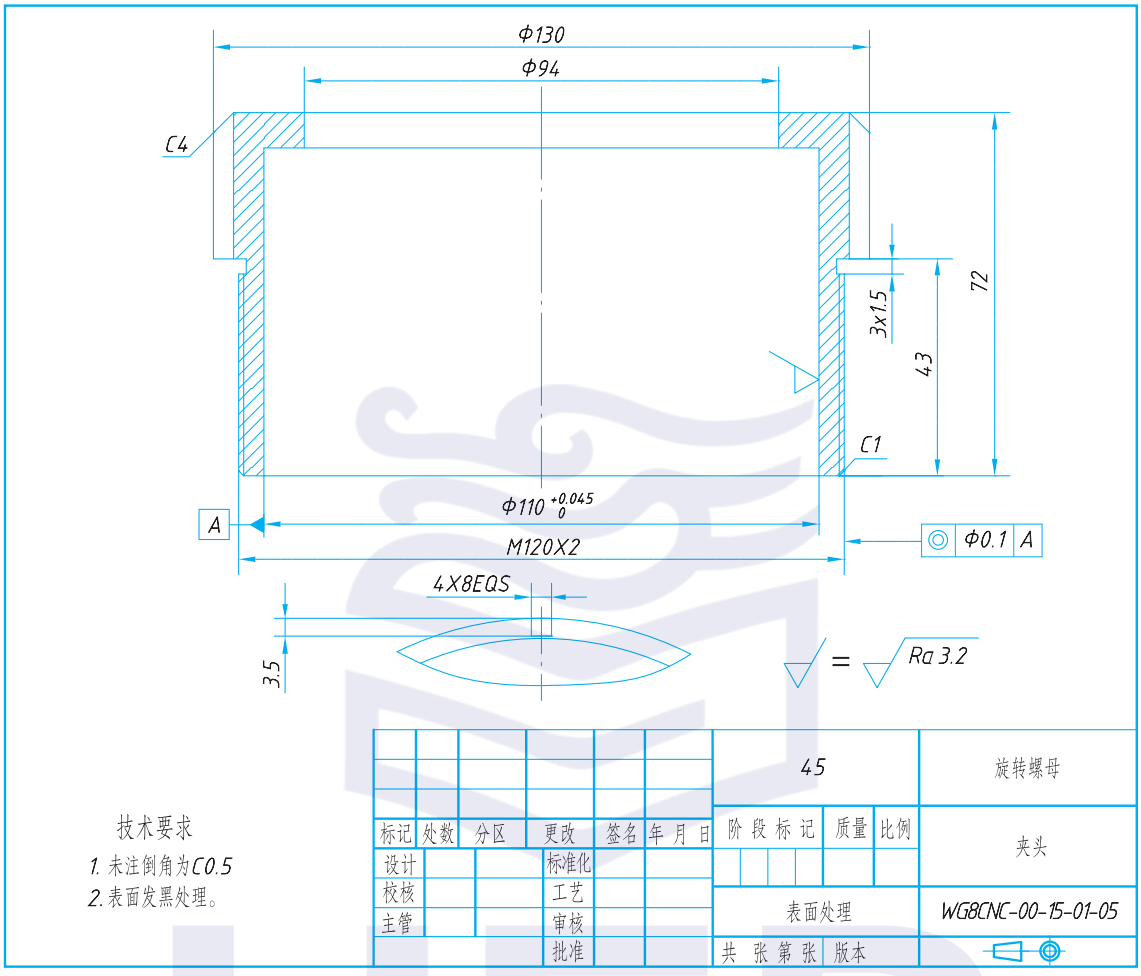


图 9-4　打印预览

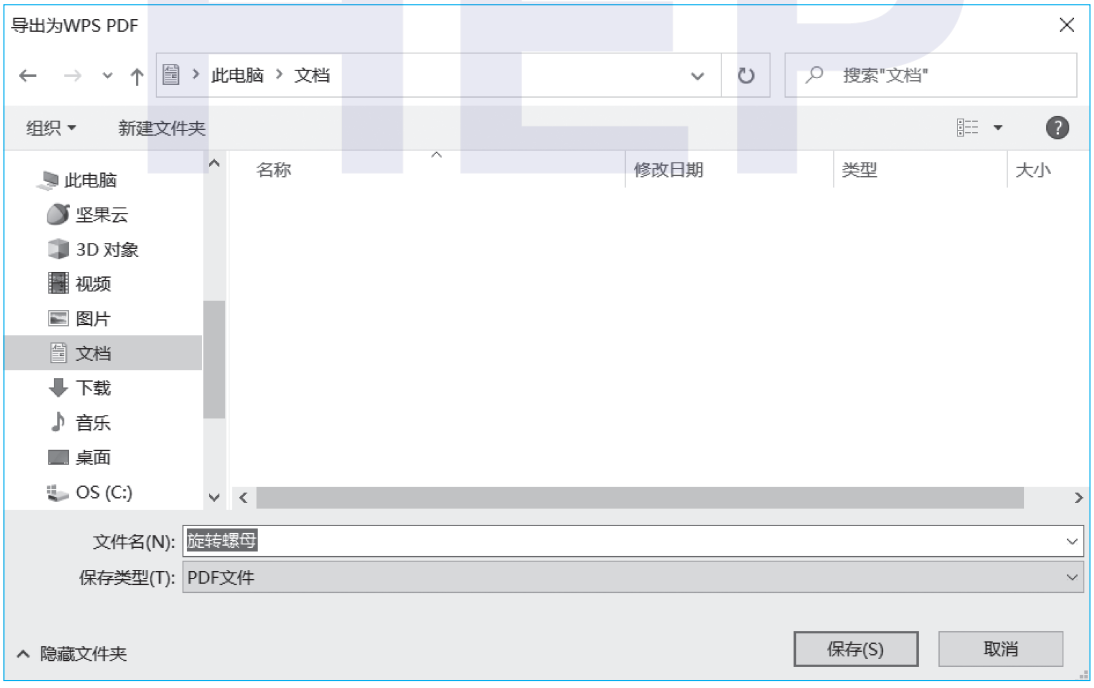


图 9-5　指定文件的保存路径

技术指导

关于打印图样设置的关键点如下。

1）页面设置：这里没有设计专门打印用的页面，页面设置主要涉及页面的大小。

2）图纸尺寸：用于设置图样打印时纸张的大小，通常情况下为 A4、A3、A0。

3）打印范围：分为窗口、范围、图形界限、显示，建议采用窗口，更加具有针对性。

4）居中打印：指将所选定的图样以居中的形式来放置在图纸上，建议选上。

5）布满图纸：指将所选定的图样以充满整个图纸来打印，建议选上。

6）打印样式表（画笔指定）：在黑白打印的情况下建议直接选择【monochrome. ctb】选项，用户可以自行设计自己所需要的打印样式表。

7）打印对象线宽：将根据图样中各个图层设定的线宽来打印，如轮廓线一般为粗实线，而中心线为细点画线，使打印出来的不同特征具有区别度，使图样更加具有可读性和清晰度，建议选上。

8）图形方向：指图纸的摆放方向，分为纵向和横向两种，用户可根据需要来选定。

通常情况下，只要按要求完成了上述 8 个主要参数的设置，即可打印一张高质量的图样。

2. 如何在布局空间中打印图样

前面介绍了如何在模型空间中快速打印，这个操作过程同样适用于布局空间的打印。

模型空间的作用是放置设计模型，一般情况下在模型空间按 1∶1 的比例进行绘图，不存在受图纸大小制约的问题。布局空间是针对模型进行图纸布局，图纸的大小决定了将来打印的效果。因此模型空间有画图的效果，布局空间有打印预览的效果。模型空间可以有多个图样对象，但是一个布局即为一张图纸。对于复杂的图样，在实际生产中往往需要分对象、分类型进行打印，此时可通过不同的布局来对应分解不同的对象，如可以将模型空间中复杂的装配图根据装配零件分解到不同的布局空间中，然后再打印。在布局空间中还可以通过视口对图样进行缩放以方便打印，如图 9-6 所示的链轮芯图样，如果采用 A4 纸以 1∶1 的大小进行打印，显然无法全部打印出来，因为该链轮芯的长度加上尺寸标注所需要的空间已大于 A4 纸，此时如果仍需要使用 A4 纸打印，则需要在布局空间中进行打印。

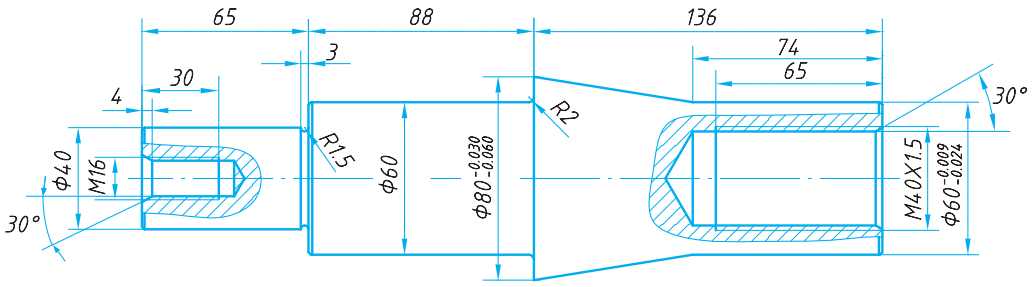


图 9-6　链轮芯图样

2.1　手动添加图框

通常情况下,图样的打印一般都会添加图框,以使打印的信息更加完整。这里先介绍手动添加图框的方法,通过创建布局视图的方式也可以实现图框的添加。

打开本书配套资源包中的“素材/模块九　打印图样/任务”文件夹中的“链轮芯.dwg”文件,单击【布局 1】选项,系统进入布局空间,如图 9-7 所示,并生成一浮动视口。

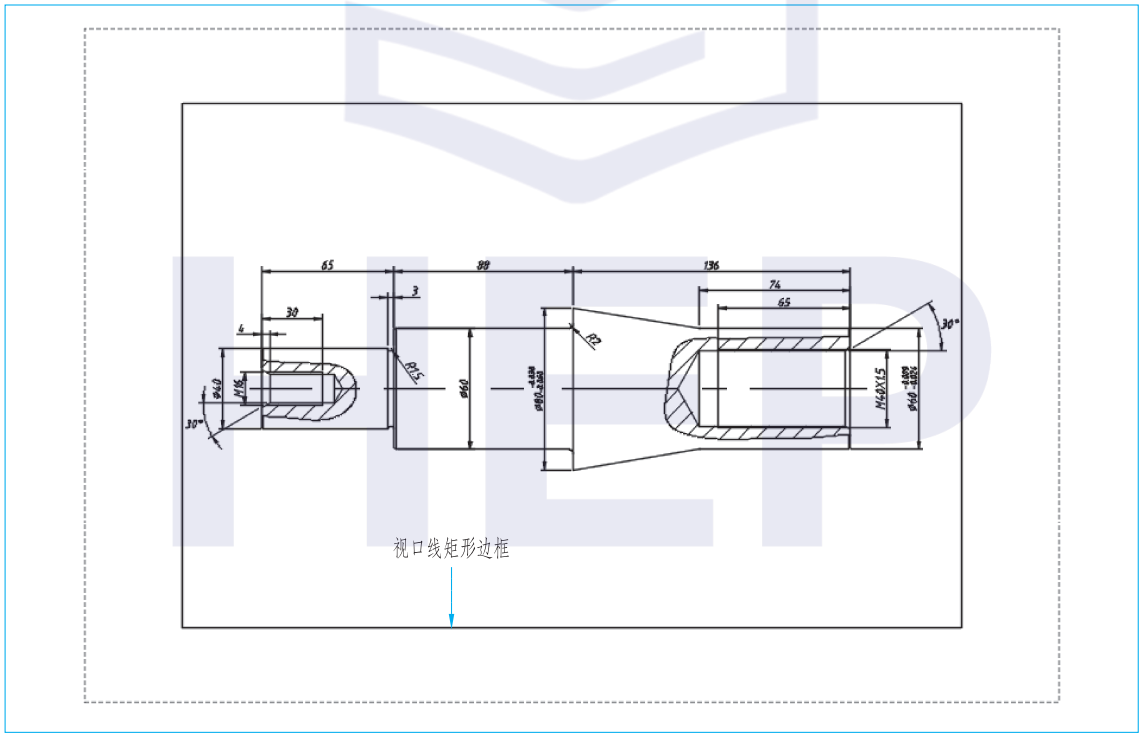


图 9-7　布局空间

单击如图 9-7 所示的视口线矩形边框,单击 Delete,将现有的浮动视口删除,注意不能删除矩形边框中的图形,否则将删除模型空间中的图形。

打开本书配套资源包中的“素材/模块九　打印图样/任务”文件夹中的“A4 图框.dwg”文件,窗选整个图框,同时按 Ctrl+C,切换到链轮芯窗口的【布局 1】中,同时按 Ctrl+V,移动整个图框到左下角最边缘的位置单击,添加 A4 图框如图 9-8 所示。

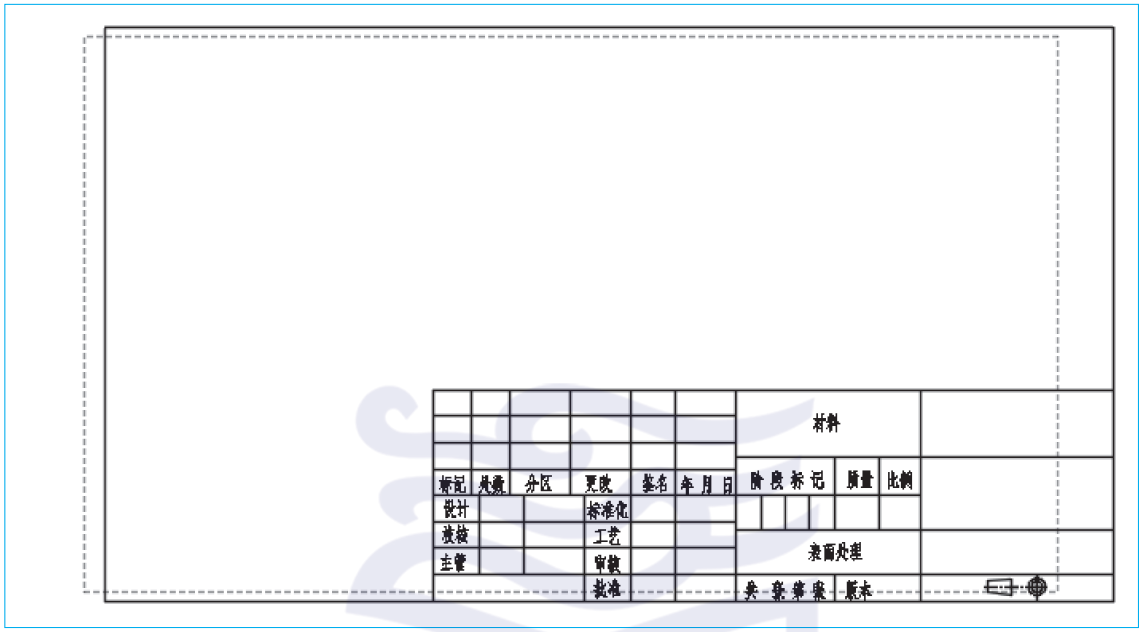


图 9-8　添加 A4 图框

技术指导

这里手动在布局空间中完成了 A4 图框的添加。用户也可以使用创建布局的方式进行设定。方法如下：

将本书配套资源包中的“素材/模块九　打印图样/任务”文件夹中的“A4 图框 . dwg”文件另存至：C:/用户/×××/AppData/Local/Autodesk/AutoCAD 2022/R24. 1/chs/Template 中，其中“×××”为计算机用户名。

在菜单栏选择【插入】→【布局】→【创建布局向导】命令，打开【创建布局-开始】对话框，如图 9-9 所示，【输入新布局的名称】为“打印”，单击【下一步】按钮。

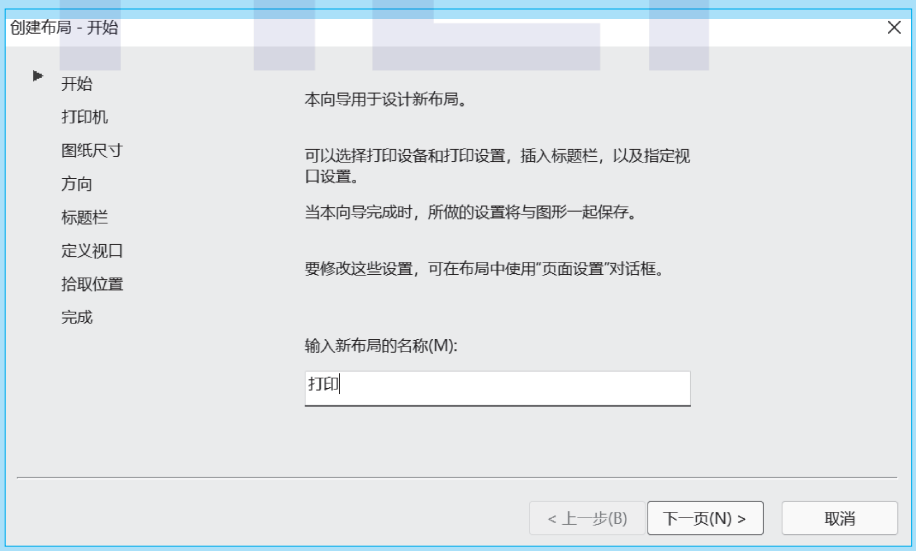


图 9-9　【创建布局-开始】对话框

设置【打印机】为用户所安装的打印机名称，此处为“HP LaserJet Professional M213nf MFP”，单击【下一步】按钮，如图 9-10 所示。

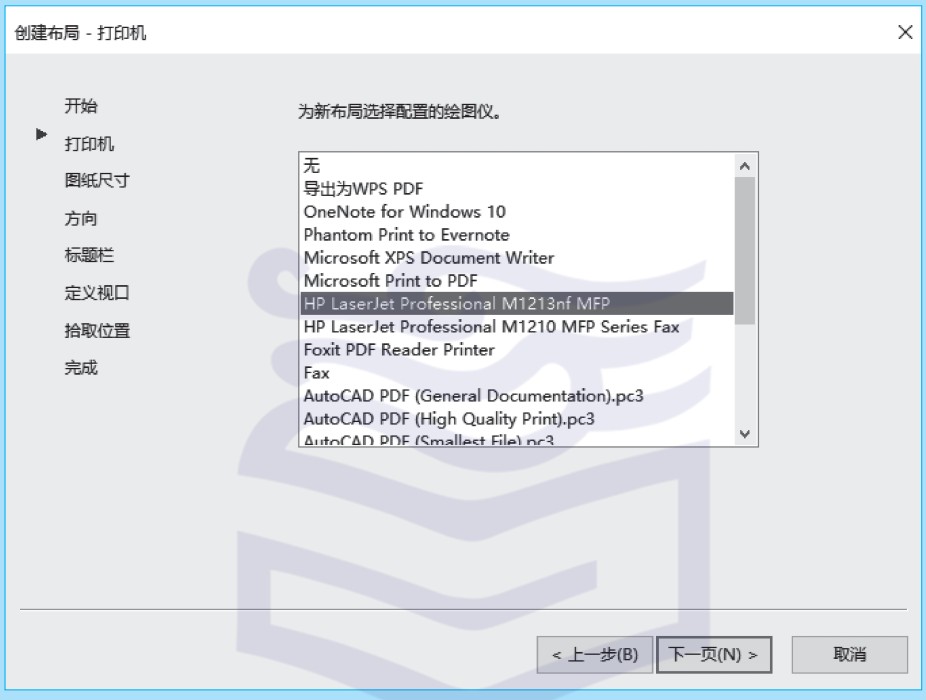


图 9-10　设置【打印机】

设置【图纸尺寸】为“A4”，单击【下一步】按钮，如图 9-11 所示。

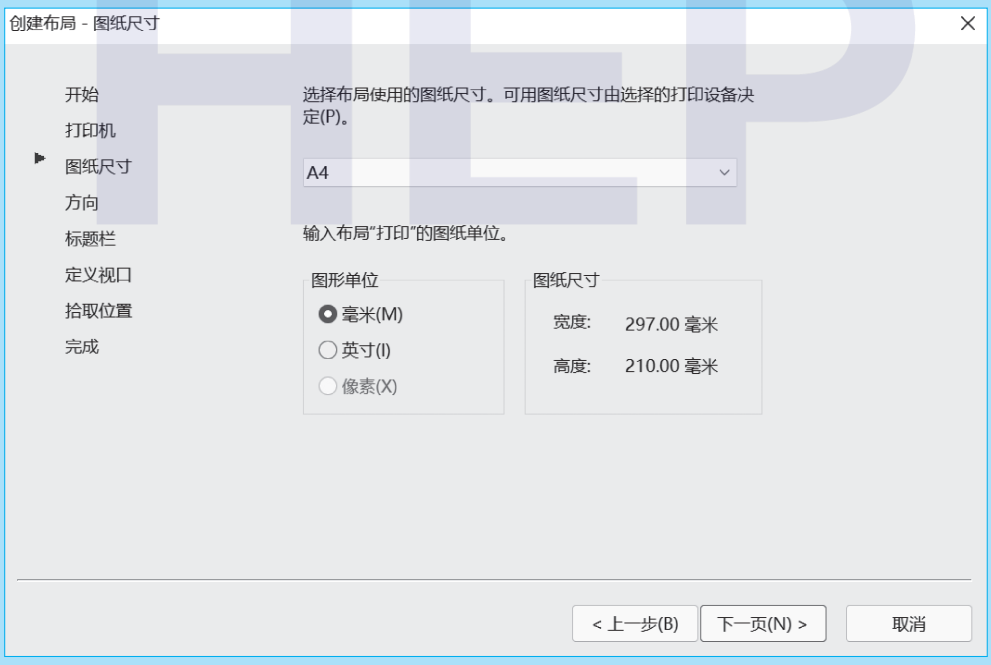


图 9-11　设置【图纸尺寸】

设置【方向】为【横向】,单击【下一步】按钮,如图 9-12 所示。

图 9-12　设置【方向】

设置【标题栏】为“A4 图框 . dwg”,单击【下一步】按钮,如图 9-13 所示。

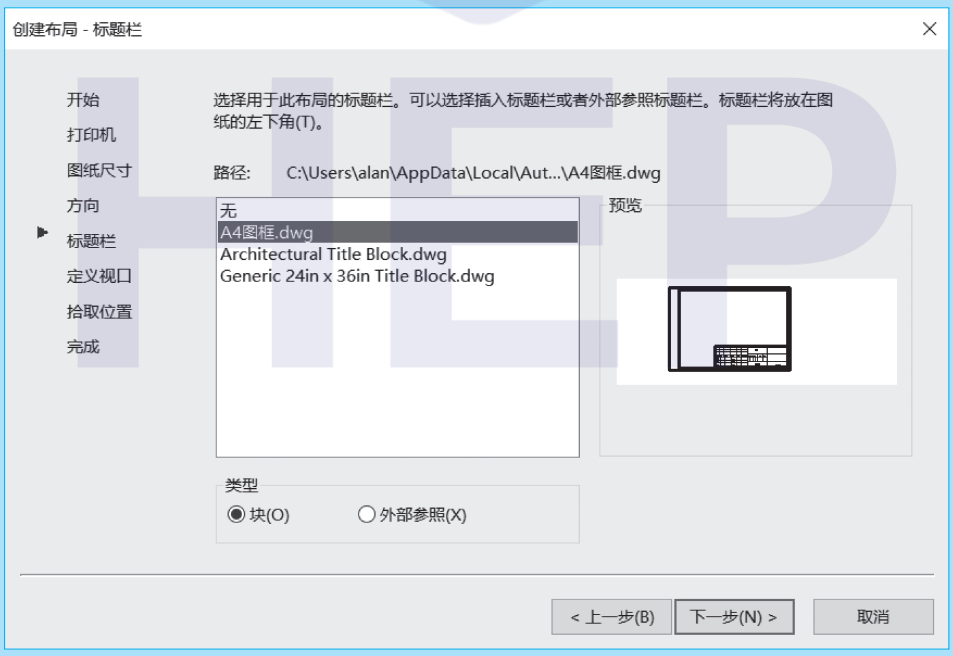


图 9-13　设置【标题栏】

图中所示的“A4 图框 . dwg”即为刚才指定位置保存的文件。

设置【定义视口】中的【视口设置】为【单个】,【视口比例】为【按图纸空间缩放】,单击【下一步】按钮,如图 9-14 所示。

图 9-14　设置【定义视口】

单击【选择位置】按钮，如图 9-15 所示。

图 9-15　【选择位置】按钮

系统进入布局界面，分别单击如图 9-16 所示的 A、B 两点，即 A4 图框的两个对角点，以设置打印视口框的范围。

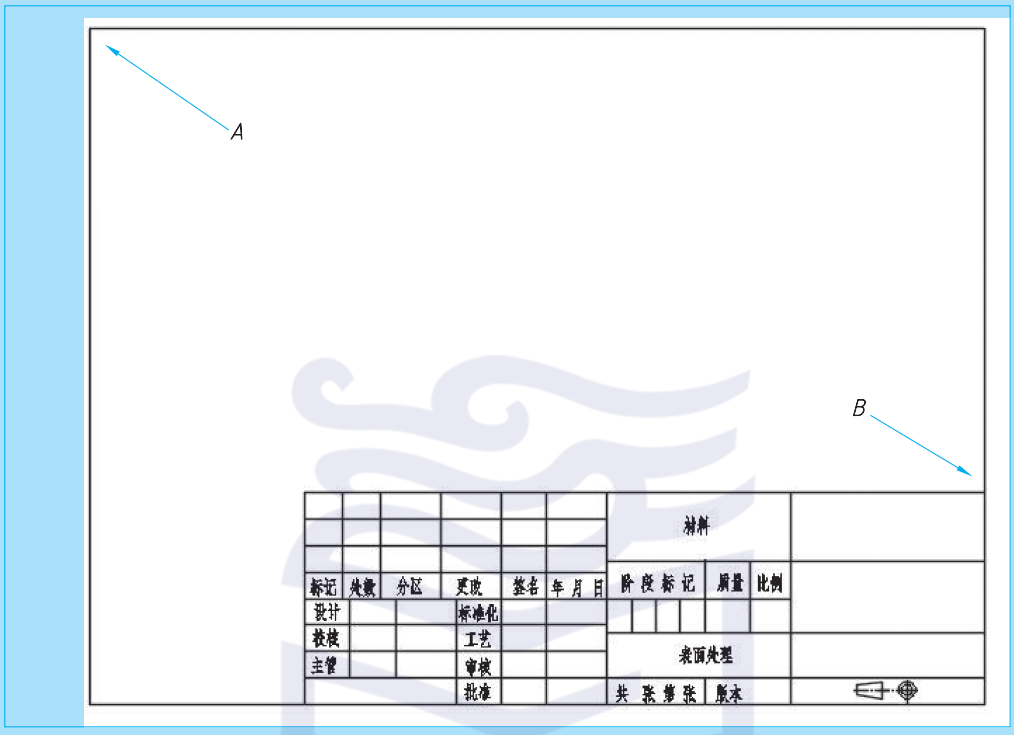


图 9-16 选择位置

单击【完成】按钮，如图 9-17 所示。

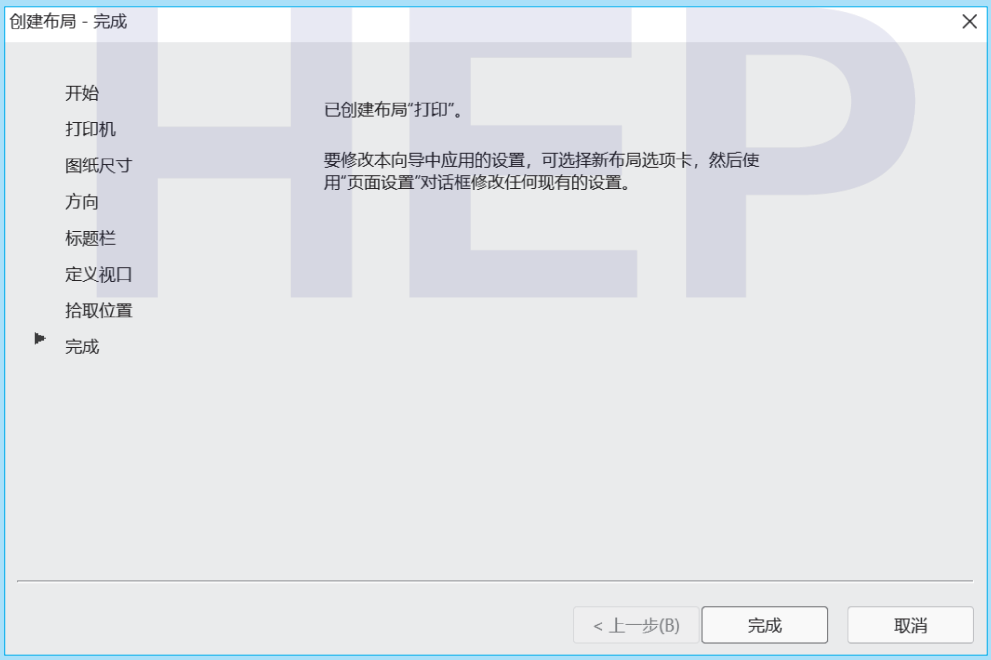


图 9-17 【完成】按钮

布局创建结果如图 9-18 所示。

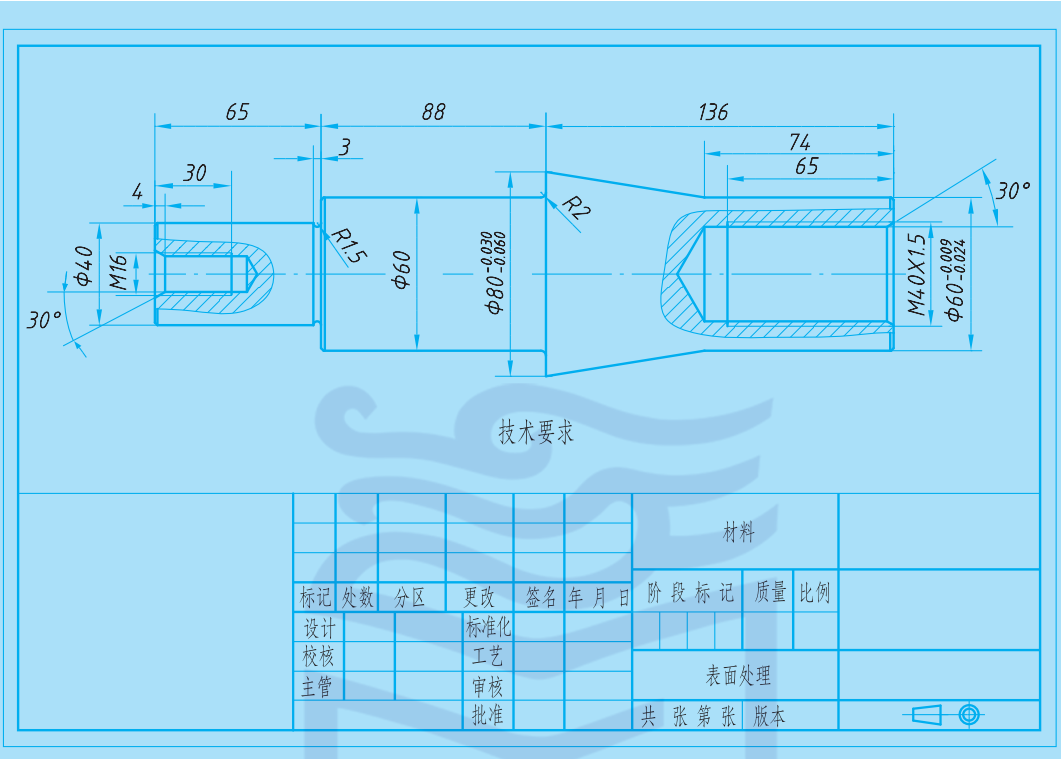


图 9-18　布局创建结果

单击矩形边框，即视口线，系统弹出矩形所在的图层信息，如图 9-19 所示。可知，该矩形边框所在图层名称为“DE”，打印时不需要打印出来，为此需

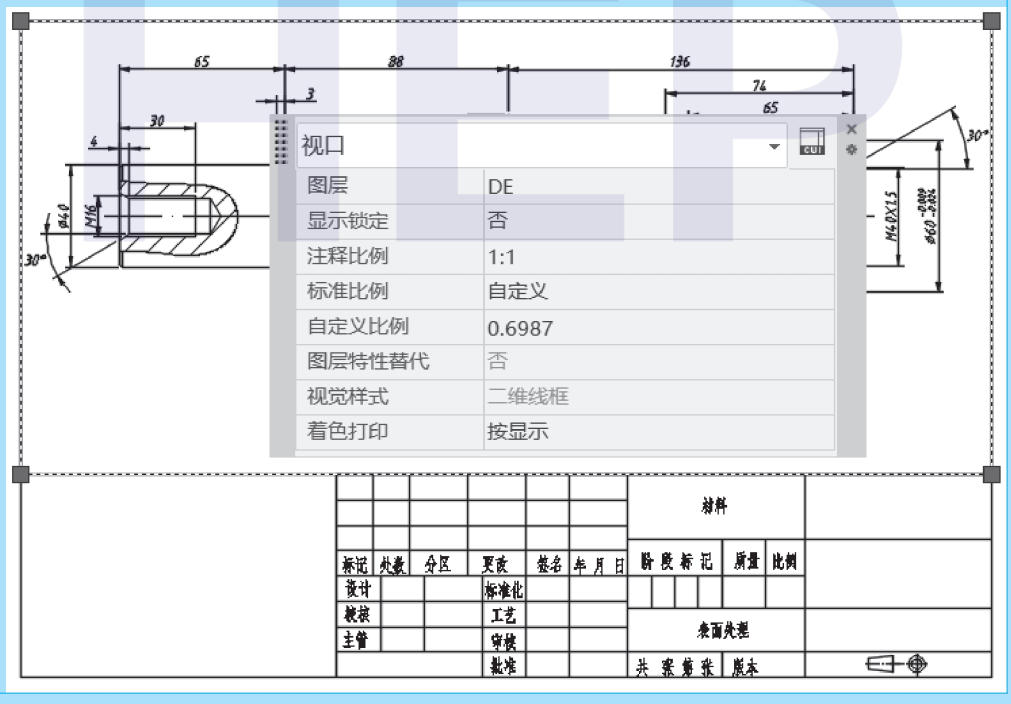


图 9-19　图层信息

要将其放到另外一个独立的图层中，此处将其调至“SK”图层。方法是：新建图层，名称为“SK”，然后选择视口线矩形边框，通过图层管理器将其放到“SK”图层中，并关闭或冻结“SK”图层。

在菜单栏选择【文件】/【打印预览】选项，打印预览结果如图 9-20 所示。

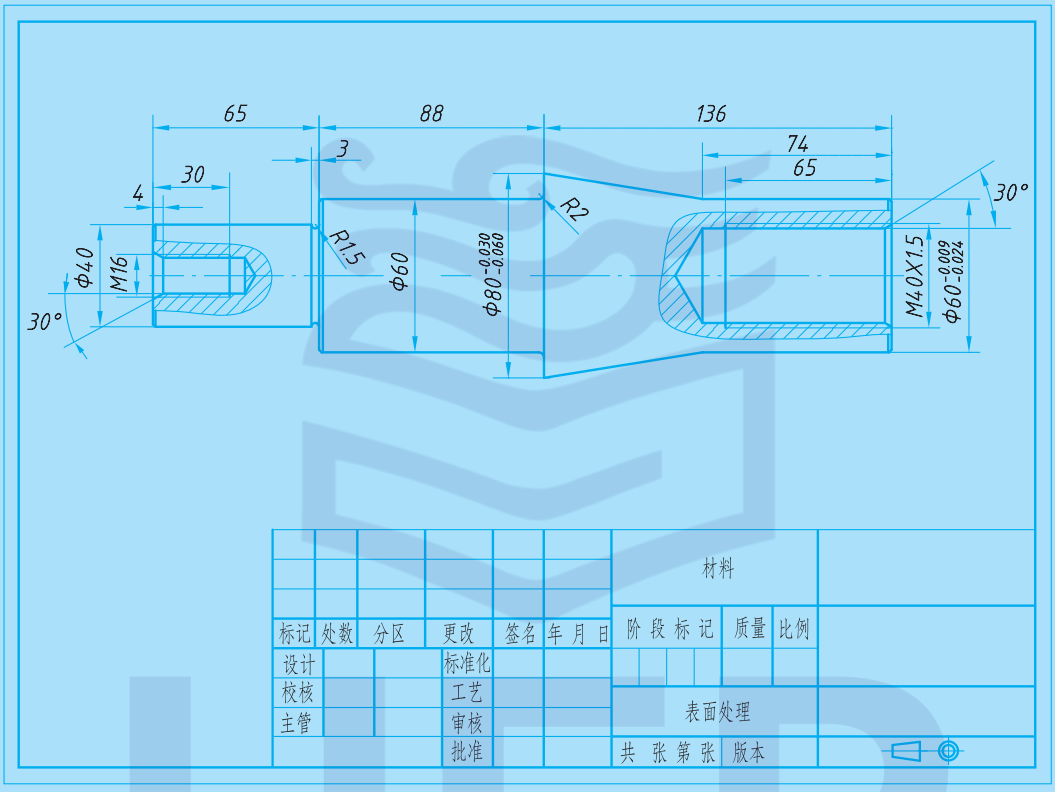


图 9-20　打印预览结果

2.2　设置打印页面

在菜单栏选择【文件】→【页面设置管理器】命令，弹出【页面设置管理器】对话框，如图 9-21a 所示；单击【新建】按钮，弹出【新建页面设置】对话框，在【新页面设置名】文本框中输入“A4”，如图 9-21b 所示。

系统弹出【页面设置-设置 1】对话框，在【打印机/绘图仪】选项栏的【名称】下拉列表框中选择计算机连接的打印机，此处为“HP LaserJet Professional M213nf MFP”，在【图纸尺寸】选项栏选择【A4】，在【打印范围】选项栏选择【窗口】，系统自动切换显示模型空间，分别选择如图 9-20 所示矩形边框的左上角和右下角两点，即可完成窗口打印范围的确定。分别点选【居中打印】和【布满图纸】选项，在【打印样式表（画笔指定）】选项栏选择【monochrome. ctb】选项，以选择统一为黑色，在【打印选项】选项栏分别点选【打印对象线宽】和【按样式打印】选项，在【图形方向】选项栏选择【横向】选项，页面设置如图 9-22 所示。

(a)【页面设置管理器】对话框　　(b) 新页面设置名

图 9-21　进入图纸空间

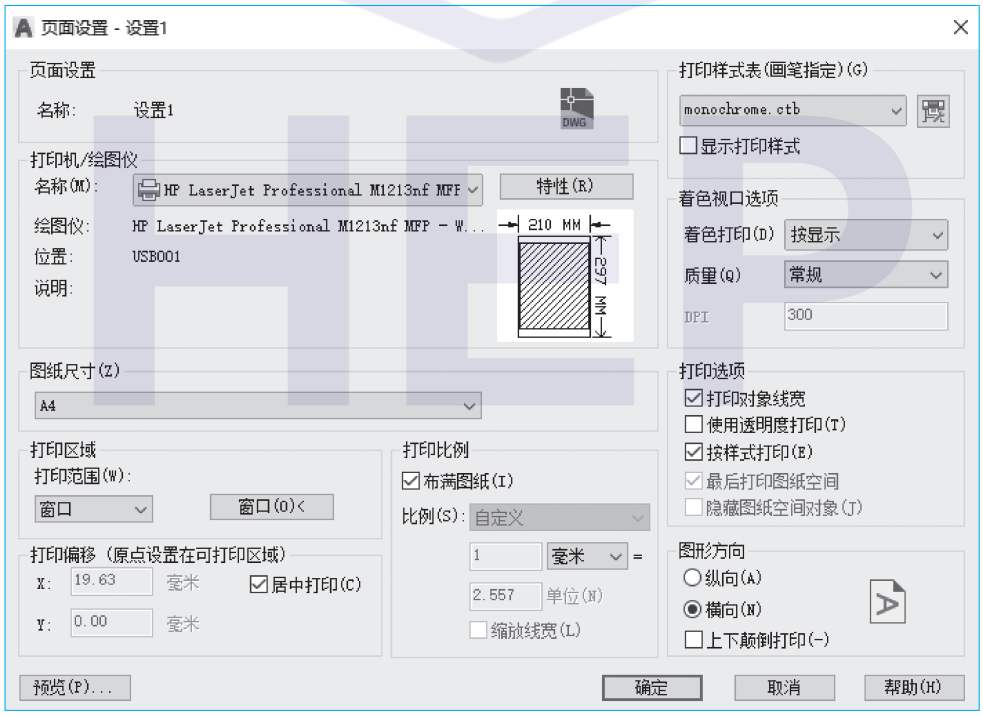


图 9-22　页面设置

单击【确定】按钮，系统弹出【页面设置管理器】对话框，单击【置为当前】按钮，单击【关闭】按钮，页面设置结果如图 9-23 所示。

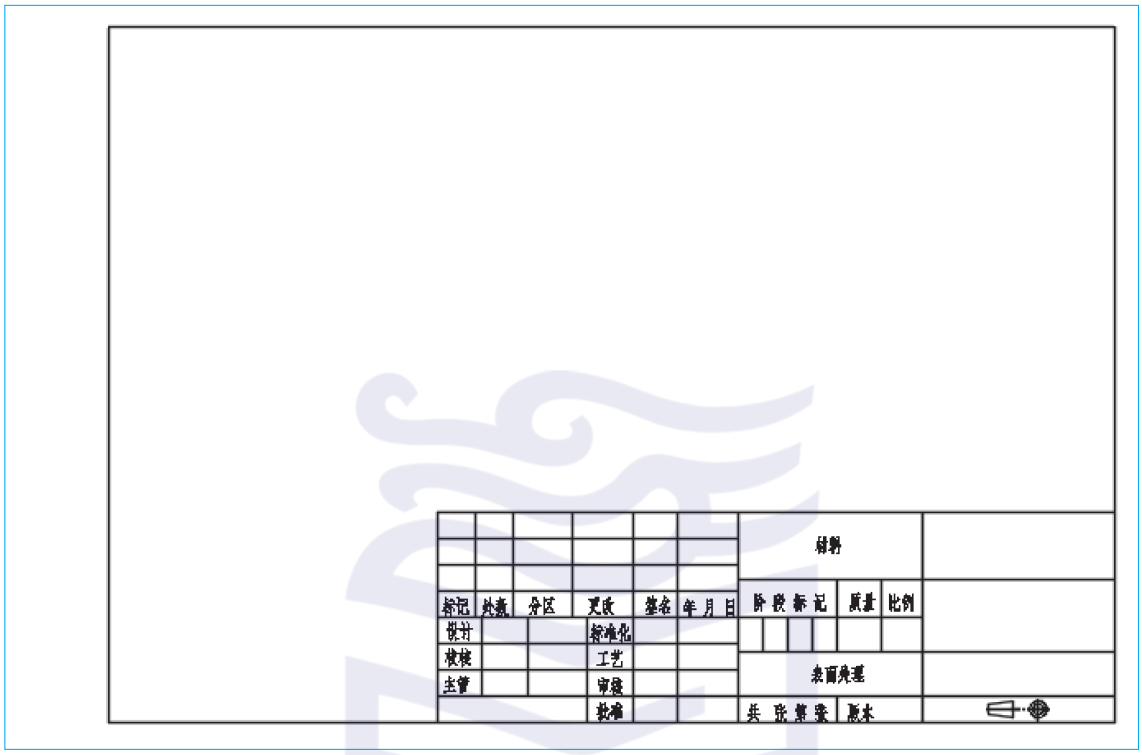


图 9-23　页面设置结果

技术指导

当需要对多余的页面进行删除时，可以打开【页面设置管理器】对话框，在需要删除的页面名称上单击右键，在弹出的快捷菜单中选择【删除】选项即可，如图 9-24 所示。

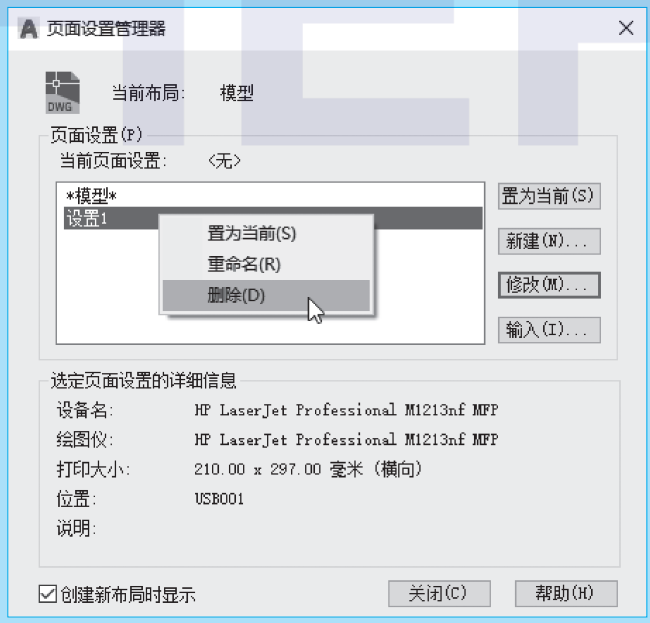


图 9-24　【删除】选项

2.3　创建布局视口

在布局中通过使用创建并控制布局视口命令，创建视口，同一张图纸可以有不同的视口，用户可以根据图纸的大小来放置单个或多个视口，以便在每个视口放置不同的图样，实现一张图纸能同时打印多个图样的效果。

在命令行输入“MV”，系统提示：

命令：MV MVIEW

指定视口的角点或［开(ON)/关(OFF)/布满(F)/着色打印(S)/锁定(L)/新建(NE)/命名(NA)/对象(O)/多边形(P)/恢复(R)/图层(LA)/2/3/4］<布满>：

指定对角点：正在重生成模型。　//分别选择如图 9-25 所示的 *A*、*B* 两点，

创建视口如图 9-25 所示，这里系统默认为【布满】选项。

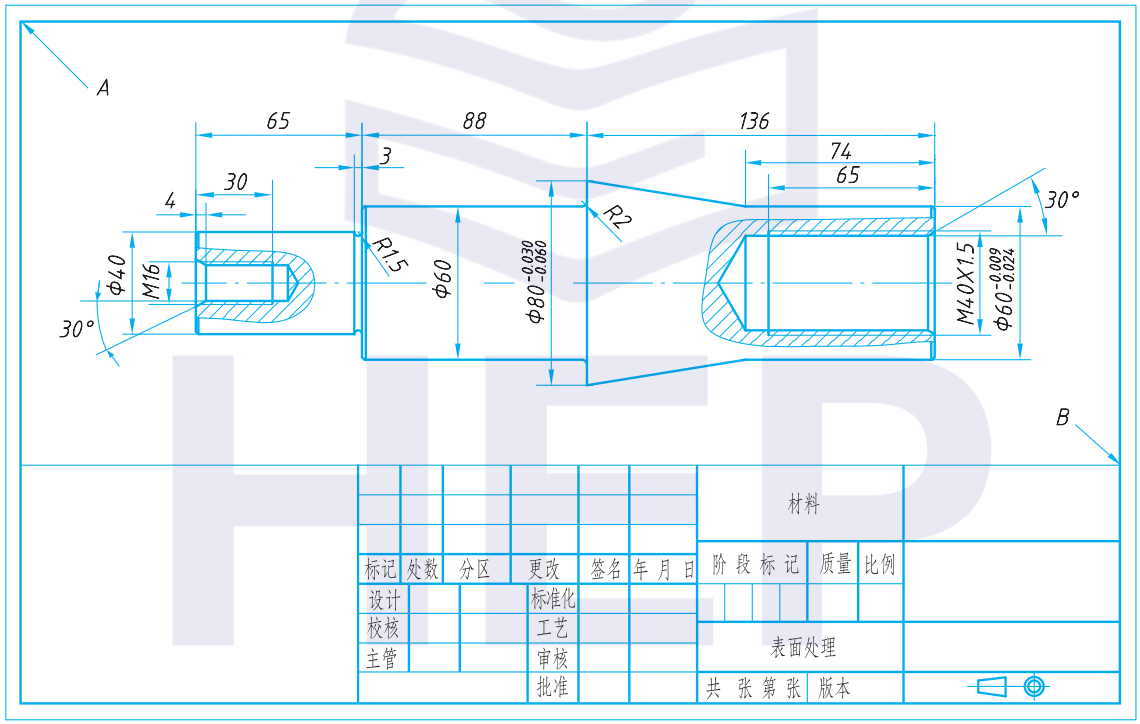


图 9-25　创建视口

技术指导

当用户需要对视口中的图样进行编辑修改时，可在视口的内部双击，即可对图样进行编辑修改，需要退出时则在视口线外单击即可。

在矩形视口内部双击，此时用户在视口内滚动滚轮时图样将随之进行缩放，而图框的大小并不发生改变。用户可在右下方的状态栏中单击“选定视口的比例”选项，在系统弹出的各种比例中选择，如此处选择“1∶2 / 50%”选项，如图 9-26 所示。

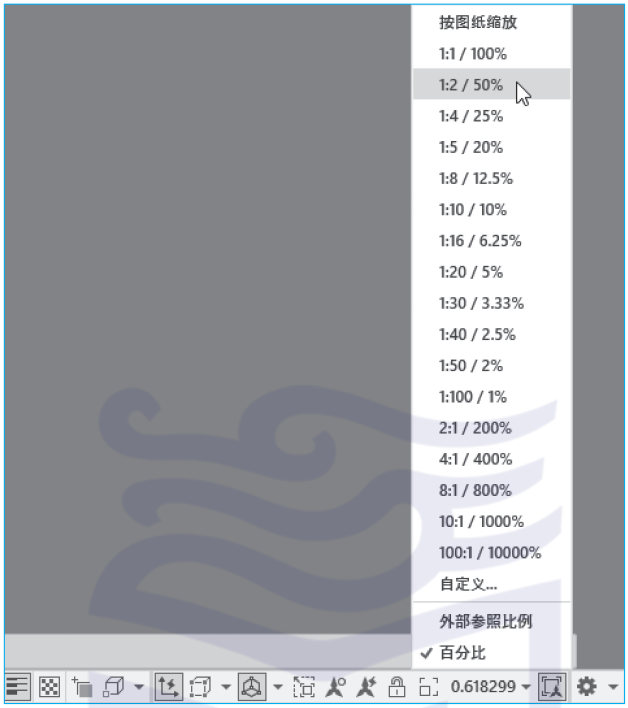


图 9-26　视口比例

然后在状态栏单击【锁住】按钮，锁住结果如图 9-27 所示，则滚动滚轮时图样与图框同时进行缩放，而不是单独地进行缩放。

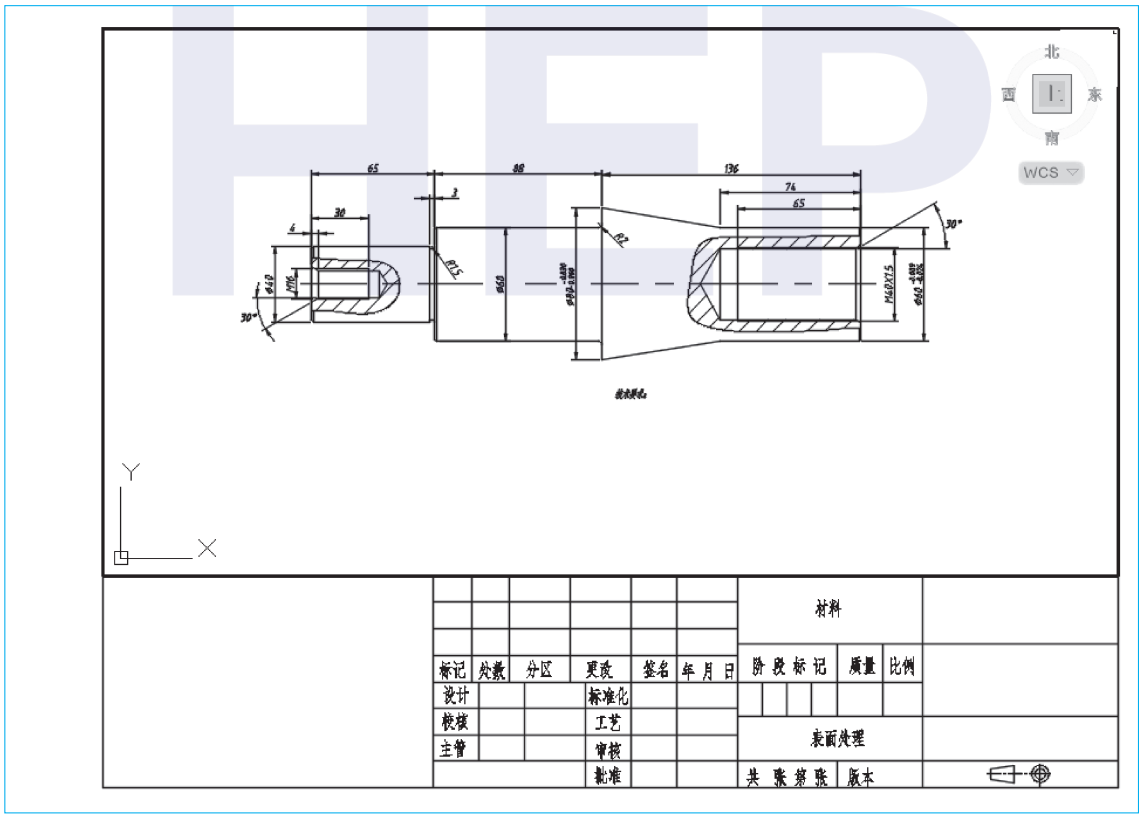


图 9-27　锁住结果

技术指导

需要注意的是，这里只是对图样的视图显示大小进行了比例设置，并没有实质上对图样的大小进行比例缩放，这一点通过尺寸显示的数值可以判断出来。

图 9-27 右上角显示系统在视口中仍旧提供了视角控制按钮，当视口中的对象为三维模型时，用户可以通过调整该视角控制按钮来创建不同视角的视图。如创建三个视口，通过调整三维模型实现三视图的创建，具体操作用户可自行尝试。

同样的，系统显示了视口线，打印时一般需要将其隐藏。用户可通过查询视口线所在图层，并将其移放到另一个图层中并关闭或冻结相应的图层即可。

在菜单栏选择【文件】→【打印】命令，系统弹出【打印-布局 1】对话框，如图 9-28 所示，在【打印机/绘图仪】选项栏的【名称】选项选择【导出为 WPS PDF】选项，在【图纸尺寸】选项栏选择【A4】选项，在【打印范围】选项栏选择【布局】选项，在【打印样式表(画笔指定)】选项栏选择【monochrome. ctb】选项，以选择统一为黑色，在【打印选项】选项栏分别点选【打印对象线宽】和【按样式打印】选项，在【图形方向】选项栏选择【横向】选项。单击【确定】按钮。

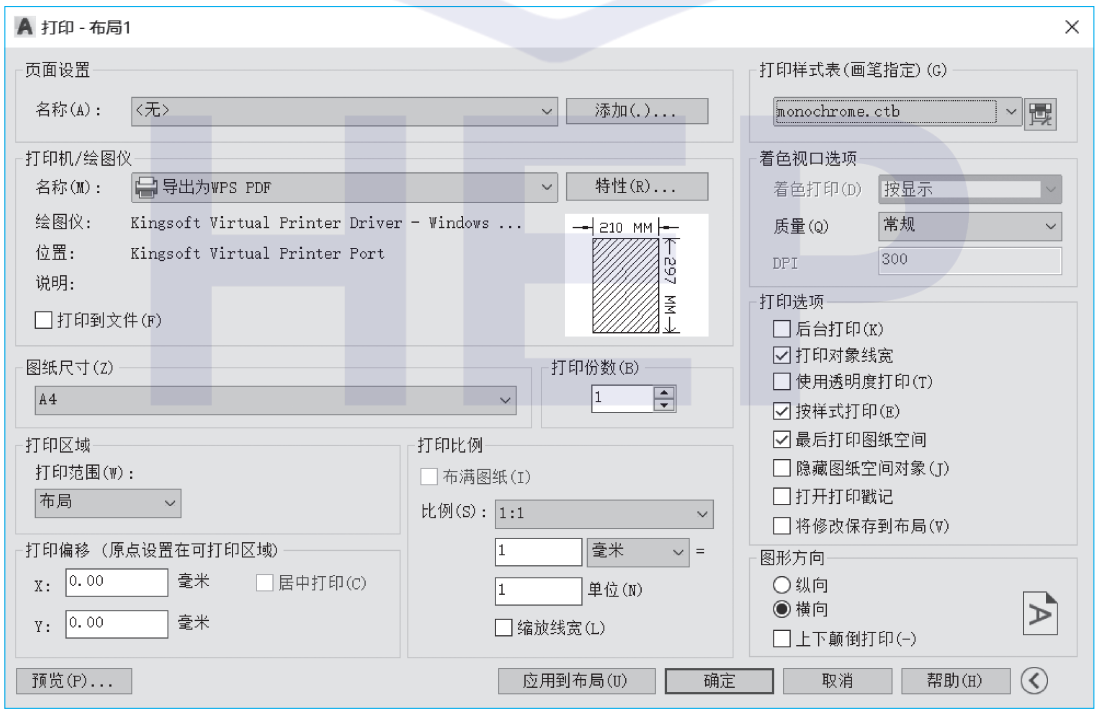


图 9-28　打印-布局 1 设置

3. 打印预览

在菜单栏选择【文件】→【打印预览】命令，打印预览如图 9-29 所示。单击【打印】按钮，即可进行打印输出。

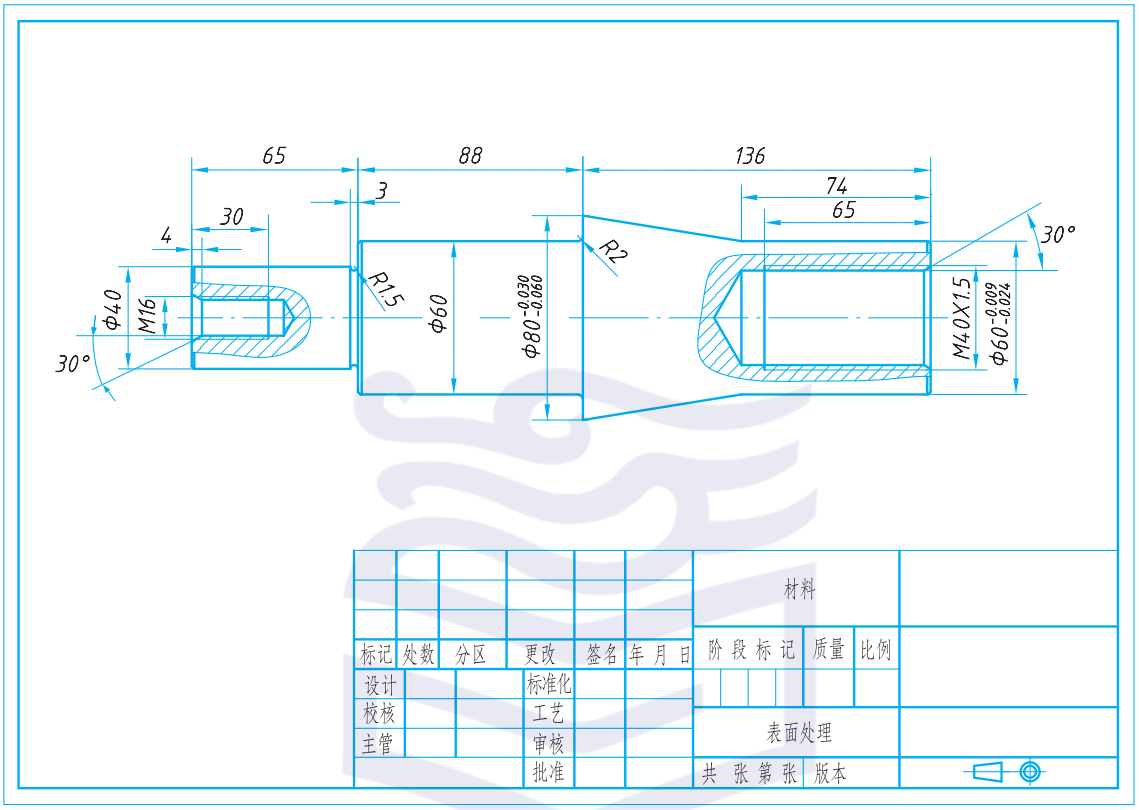


图 9-29 打印预览

4. 如何设置打印样式表

设置打印样式表有助于统一标准，特别是在同一个企业中使用，有助于节省时间。一般情况下，使用 AutoCAD 软件绘图时，不同对象的图素放到不同的图层中，各个图层有各自的颜色、线型、线宽（线宽有时不一定不同，也可以相同），但是在打印图样时可能会希望不同颜色的线有不同的线宽，如图 9-30 所示的样式，轮廓线为黄色，中心线为红色，线宽都相同。对于打印出来的图样，希望黄色的轮廓线线宽为 0.35 mm，而红色的中心线线宽为默认，以便区别显示，方便阅读。这时可通过打印样式表来指定图样中的线条、文字、标注等图形对象在打印的时候用何种颜色表示，以及线宽是多少等。

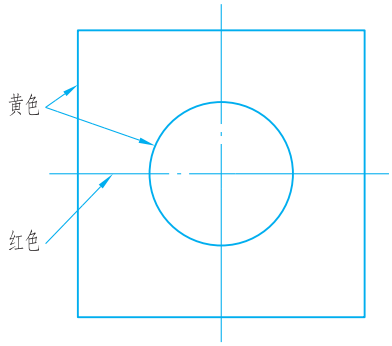


图 9-30 样式

在菜单栏选择【文件】→【打印】命令，系统弹出【打印-布局 1】对话框，在【打印样式表（画笔指定）】选项栏选择【新建】选项，系统弹出【添加颜色相关打印样式表-开始】对话框，点选【创建新打印样式表】选项，如图 9-31 所示。

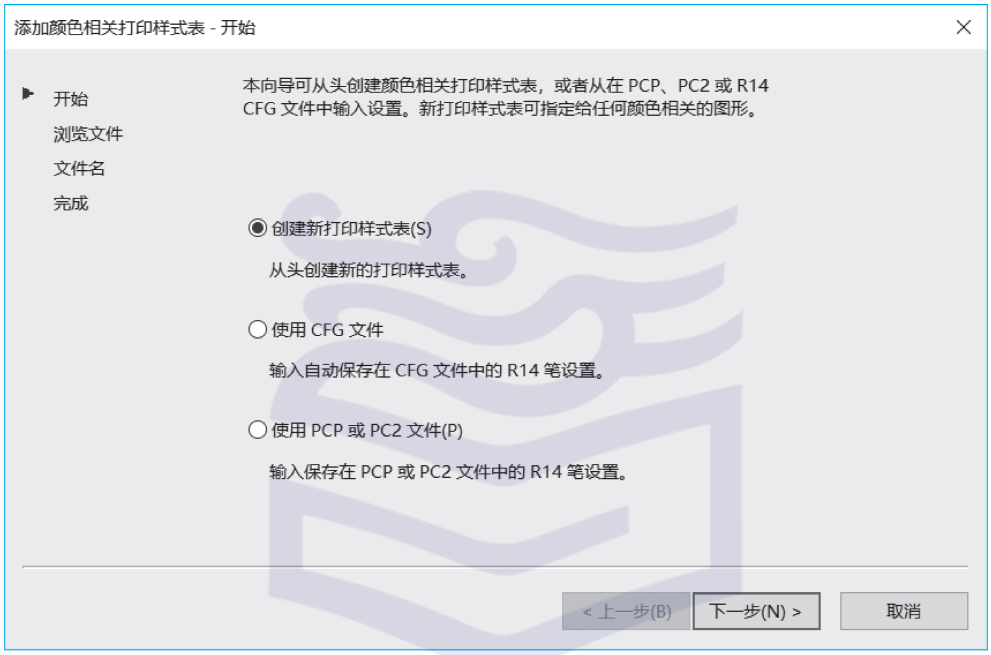


图 9-31　【创建新打印样式表】选项

单击【下一步】按钮，系统切换至【文件名】选项，输入文件名为“普通”，如图 9-32 所示。

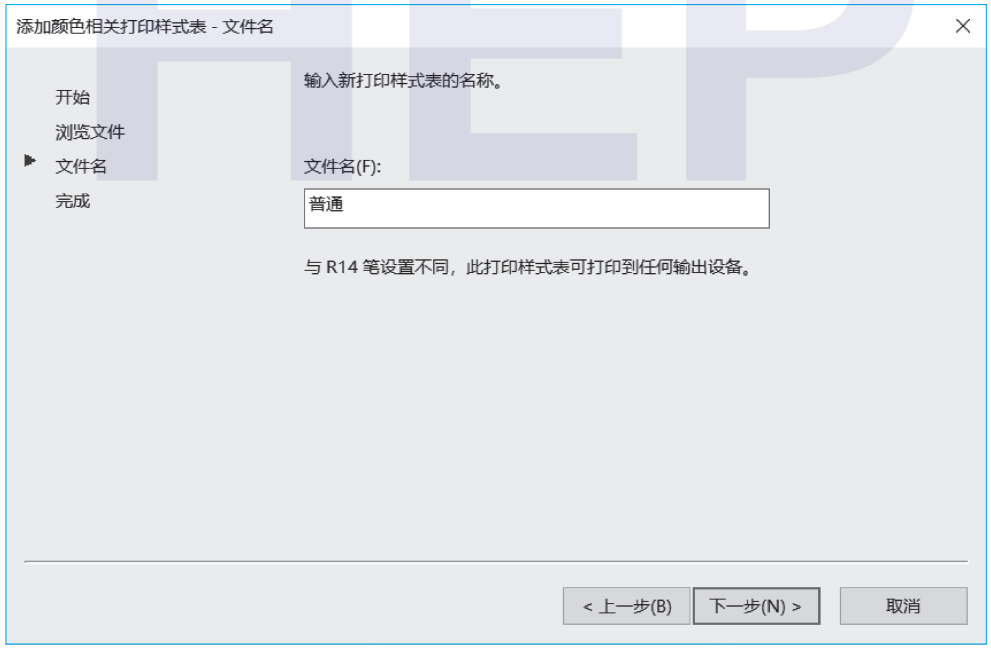


图 9-32　输入文件名

单击【下一步】按钮，系统切换至【完成】选项，如图 9-33 所示。

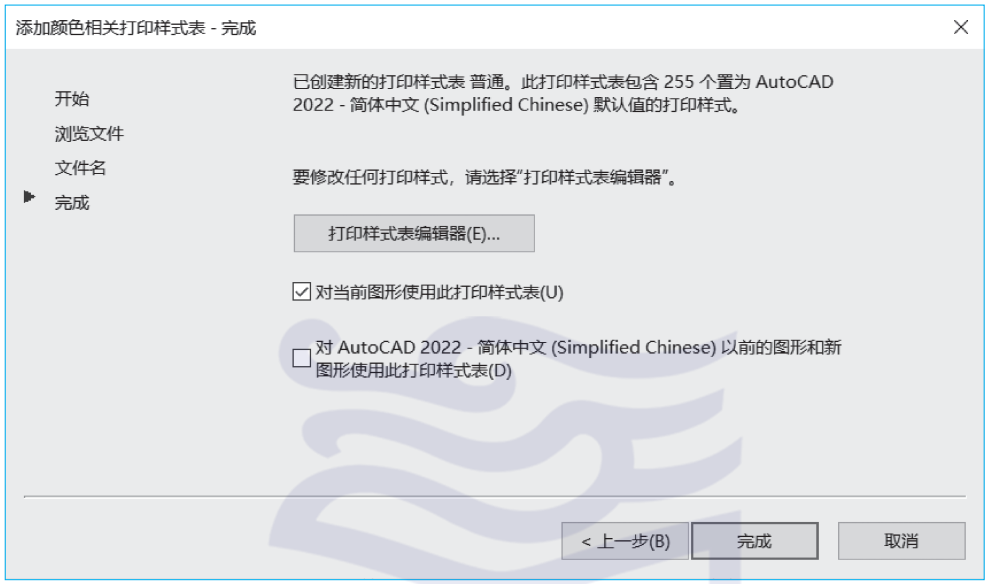


图 9-33 【完成】选项

单击【打印样式表编辑器】按钮，系统弹出【打印样式表编辑器-普通 . ctb】对话框，打开【表视图】选项卡，在【颜色】栏中将红色的颜色 1 和黄色的颜色 2 都修改为“黑”，在【线宽】栏中将红色的颜色 1 选为“0. 0000 毫米”，黄色的颜色 2 选为“0. 3500 毫米”，其他参数不变，如图 9-34 所示。

图 9-34 设置打印样式

单击【保存并关闭】按钮，系统切换至【完成】选项，单击【完成】按钮。系统返回【打印-布局 1】对话框，设置其他的相关参数，打印效果如图 9-35 所示。结果与所设置的打印样式表一致。

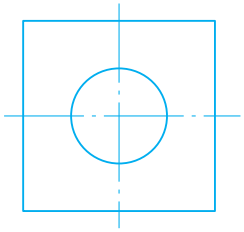


图 9-35　打印效果

技术指导

这里只是举例了两种颜色的设置方法，对于其他颜色的修改同样适用。用户也可以在【表视图】选项卡中分别进行设置。

当用户需要对刚才设置的“普通”打印样式进行修改时，可在菜单栏选择【文件】→【打印样式管理器】选项，系统弹出【打印-布局 1】对话框即可找到“普通.ctb”文件，所在文件夹如图 9-36 所示。

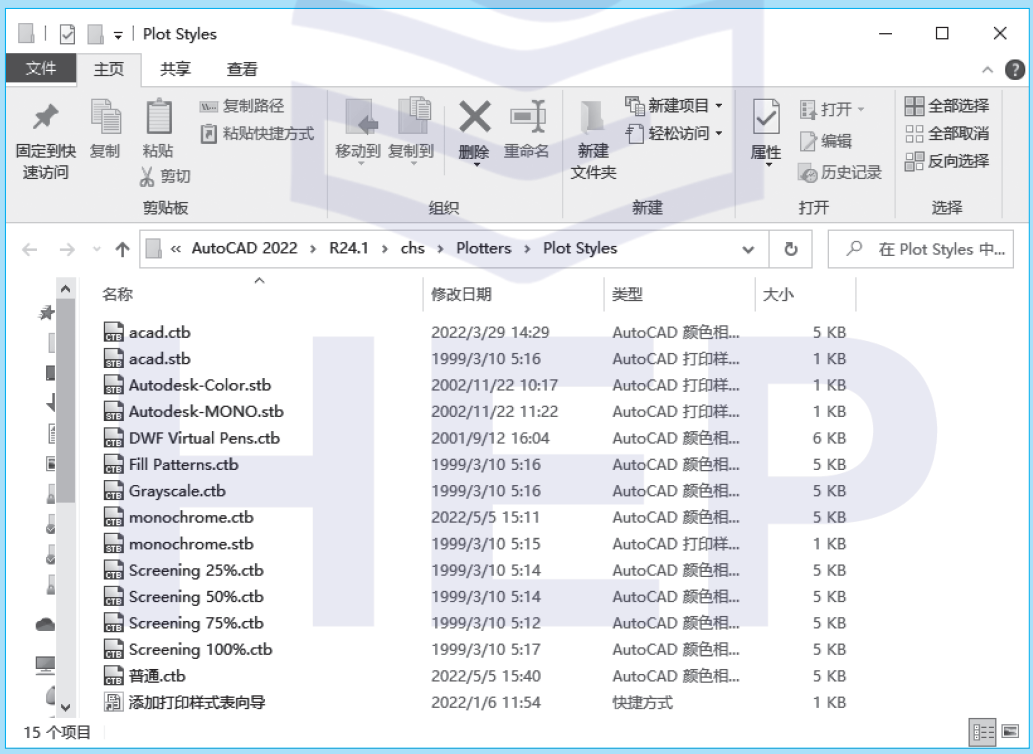


图 9-36　所在文件夹

双击“普通.ctb”文件，在系统打开的【打印样式编辑器】对话框中进行修改。下次调用的时候直接在【打印-布局 1】对话框的【打印样式表(画笔指定)】选项栏选择【普通】选项即可。

任务实施

打开本书配套资源包中的“素材/模块九　打印图样/任务”文件夹中的“防护板.dwg”文

件,单击【布局 1】选项,系统进入布局空间,并生成一浮动视口,如图 9-37 所示。单击视口线矩形边框,单击 Delete,将现有的浮动视口删除。

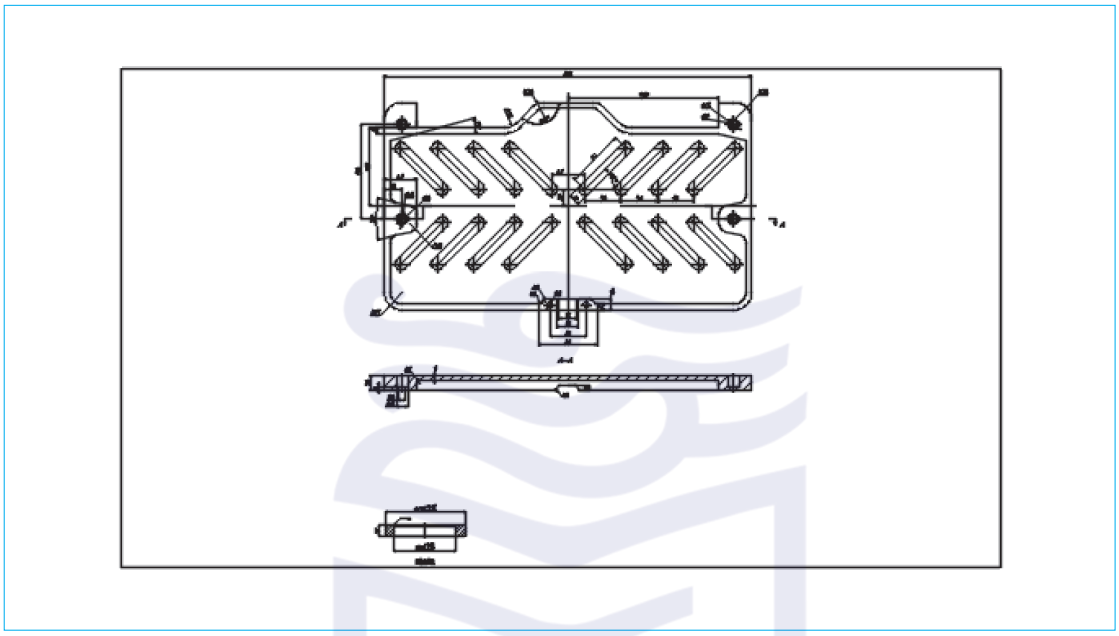


图 9-37 浮动视口

在菜单栏选择【文件】→【页面设置管理器】命令,系统弹出【页面设置管理器】对话框,如图 9-38 所示。

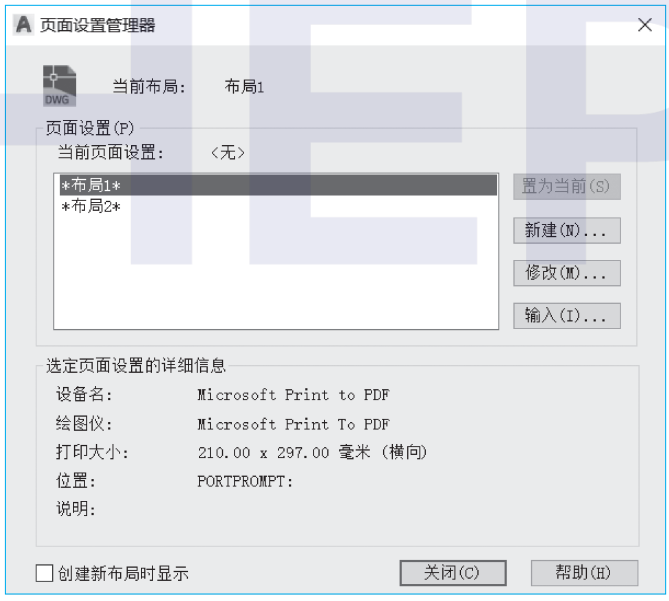


图 9-38 【页面设置管理器】对话框

单击【修改】按钮,系统弹出【页面设置-布局 1】对话框,在【打印机/绘图仪】选项栏的【名称】选项选择【Microsoft Print to PDF】选项,在【打印样式表(画笔指定)】选项栏选择【monochrome. ctb】选项,在【打印选项】选项栏分别点选【打印对象线宽】和【按样式打印】选项,在【图

形方向】选项栏选择【纵向】选项，其他参数默认，参数设置如图 9-39 所示。

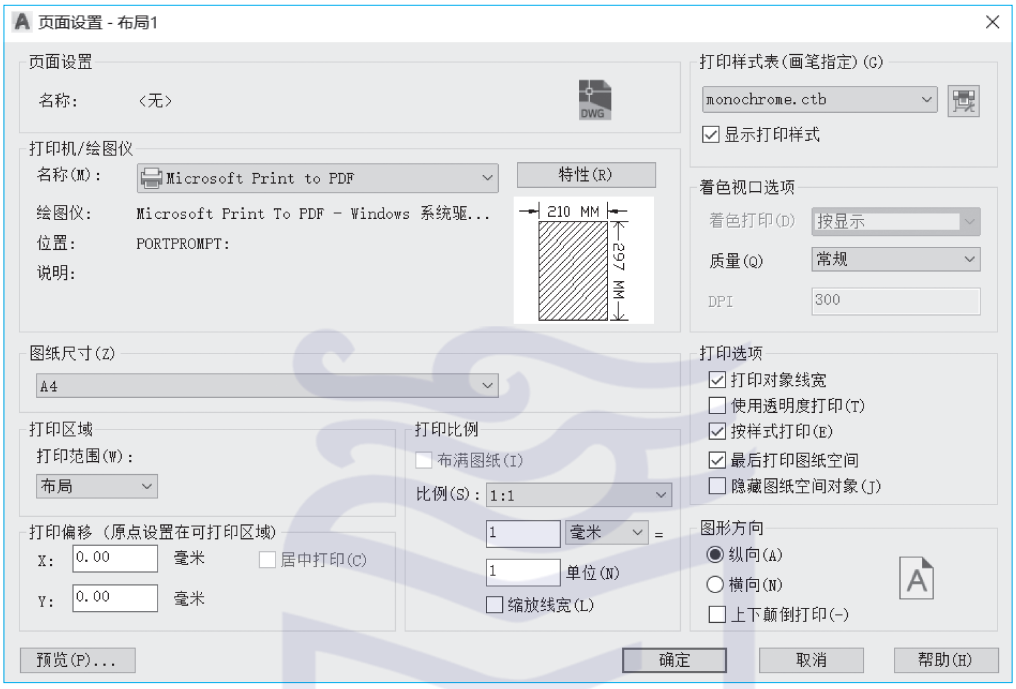


图 9-39　参数设置

在【打印样式表(画笔指定)】选项栏中单击编辑按钮，系统弹出【打印样式表编辑器】对话框，打开【表格视图】选项卡，在【打印样式】栏中将选中【颜色 1】(红色)，在【线宽】栏中选择【0.0000 毫米】，其他参数不变，参数设置如图 9-40 所示。

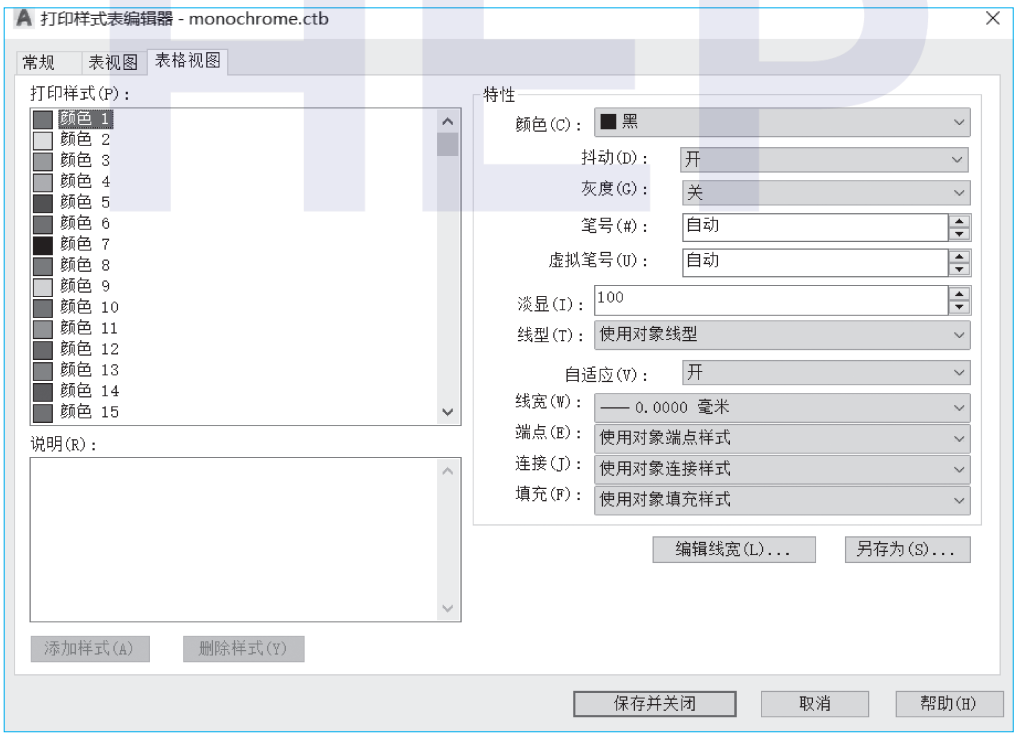


图 9-40　参数设置

单击【保存并关闭】按钮。单击【确定】按钮，系统弹出【页面设置管理器】对话框，单击【置为当前】按钮，单击【关闭】按钮，此时页面已从横向布置调整为纵向。

打开本书配套资源包中的“素材/模块九　打印图样/任务”文件夹中的“A4 图框竖版 . dwg”文件，窗选整个图框，同时按 Ctrl+C，切换到“链轮芯”窗口的【布局 1】中，同时按 Ctrl+V，输入“0,0”，按空格键，完成对图框的定位，添加图框结果如图 9-41 所示。

图 9-41　添加图框结果

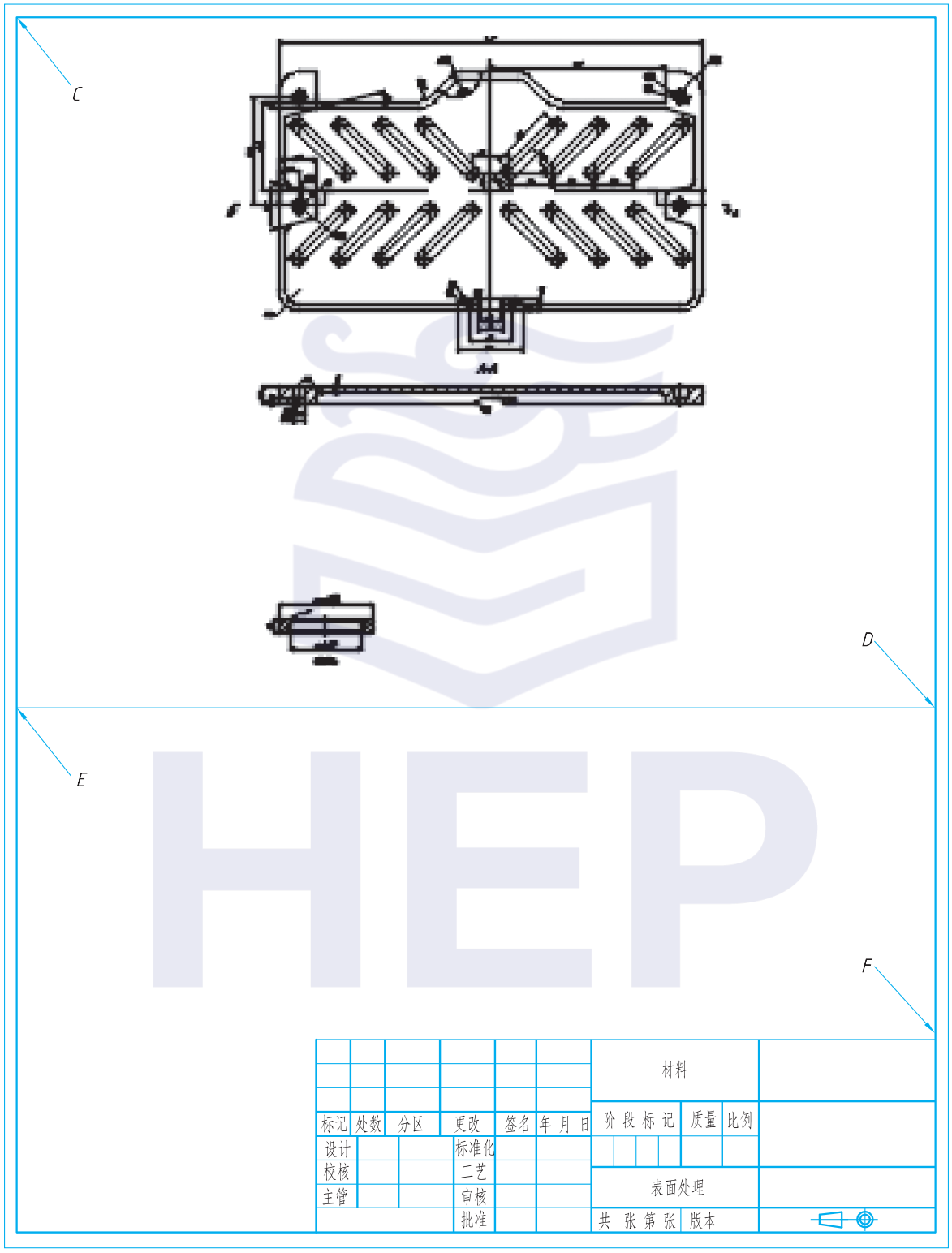


图 9-42　创建防护板视口

在命令行输入“MV”,分别选择如图 9-42 所示的 *C*、*D* 两点,创建防护板视口如图 9-42 所示。按空格键,再次输入“MV”,分别选择如图 9-42 所示的 *E*、*F* 两点,再次创建防护板视口如图 9-43 所示。

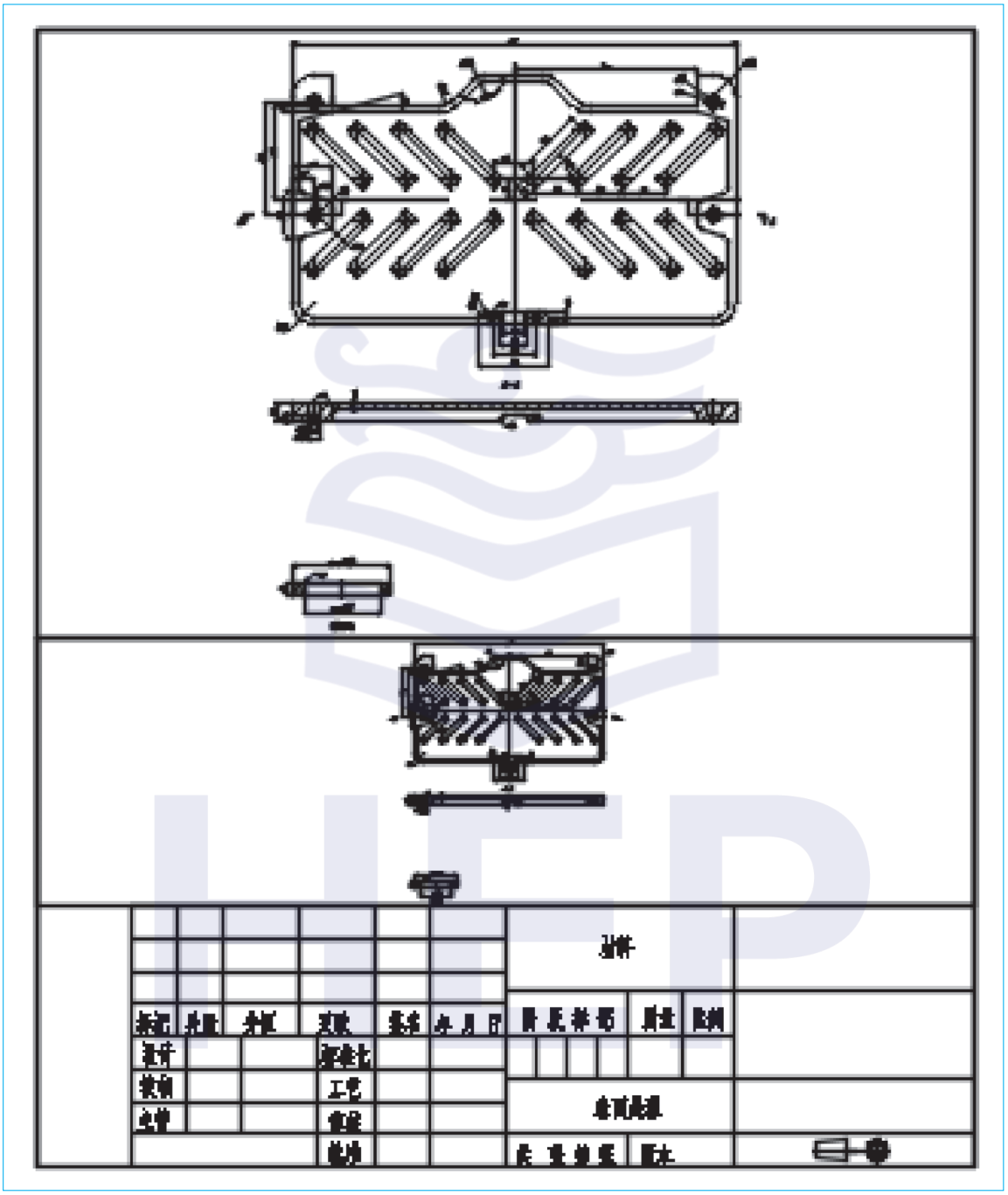


图 9-43 再次创建防护板视口

在防护板视口内部双击,调整防护板零件图布满整个视口,然后在状态栏单击【锁住】按钮。在轴承内限位视口内部双击,调整轴承内限位零件图布满整个视口,然后在状态栏单击【锁住】按钮。在图框外则双击,退出对视口的操作。创建视口结果如图 9-44 所示。

分别选择两个视口线,将处于“尺寸线”图层的两个视口线调整到图层“视口线”,并将“视口线”图层关闭,关闭视口线如图 9-45 所示。

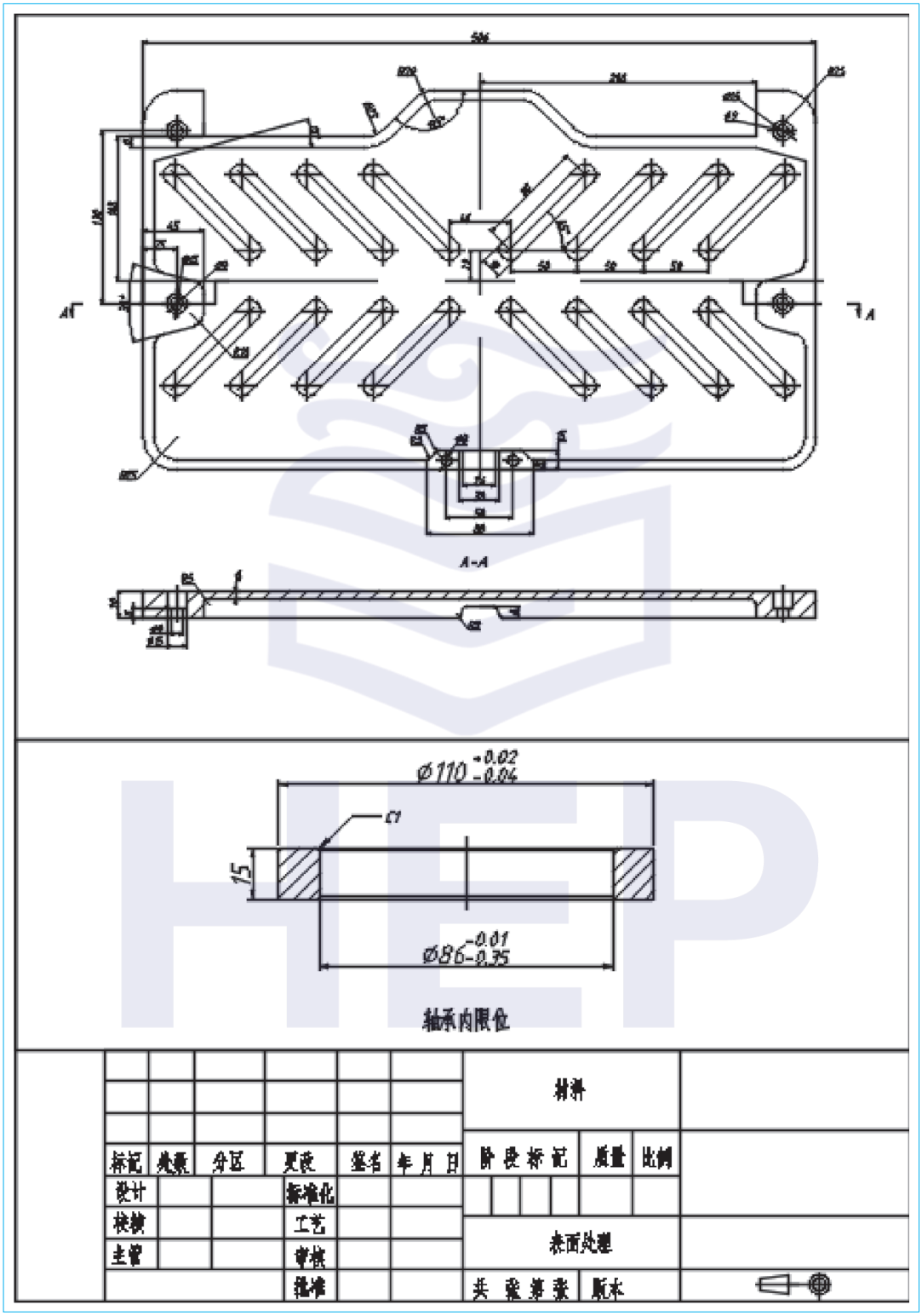


图 9-44　创建视口结果

在菜单栏选择【文件】→【打印】命令，系统弹出【页面设置-布局 1】对话框，单击【确定】按钮，系统弹出【导出为 WPS PDF】对话框，指定保存文件夹及文件名，单击【保存】按钮，系统弹出【打印作业进度】对话框。用户可在指定的文件夹中找到刚打印的 PDF 文件。至此，任务完成。

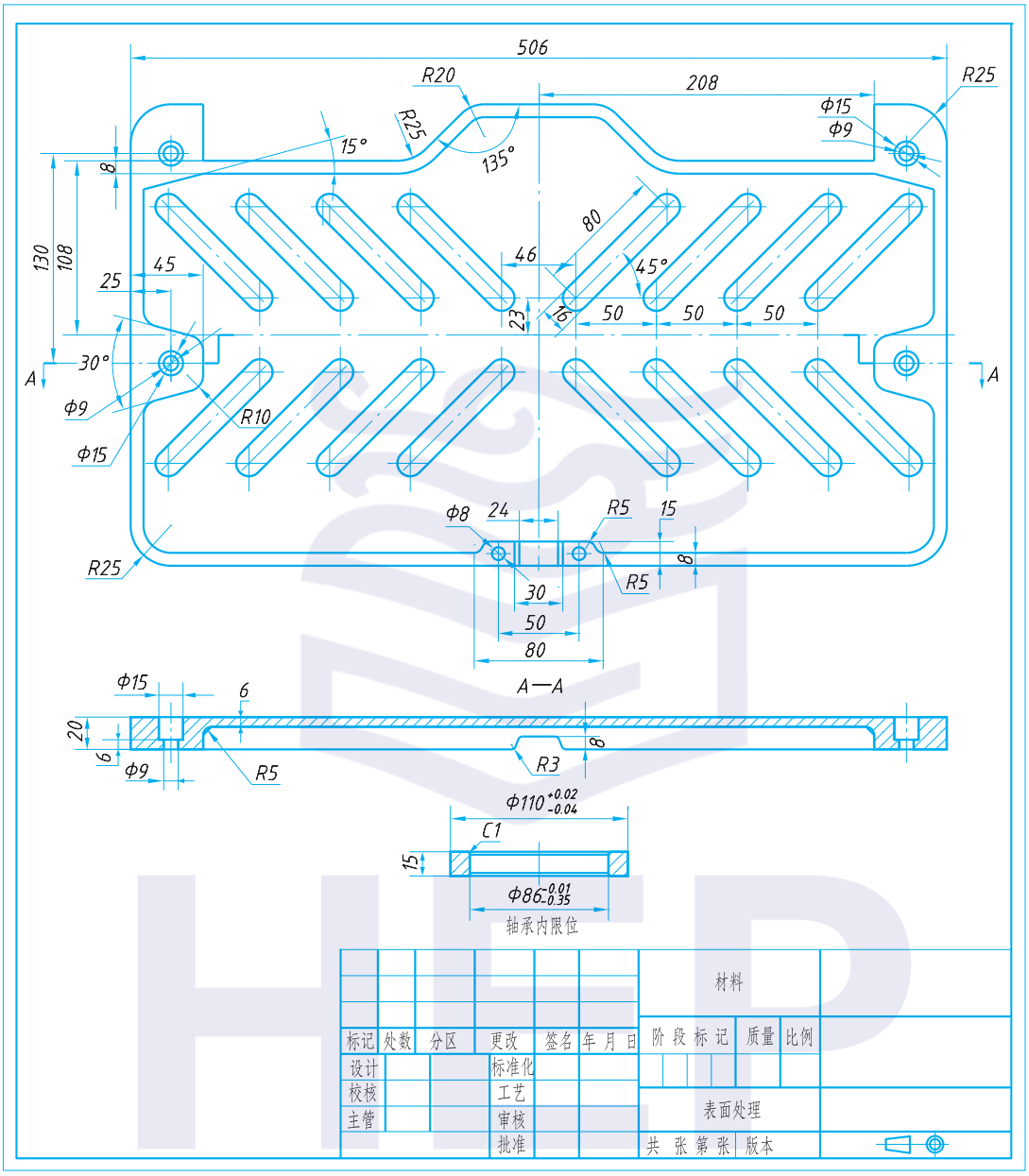


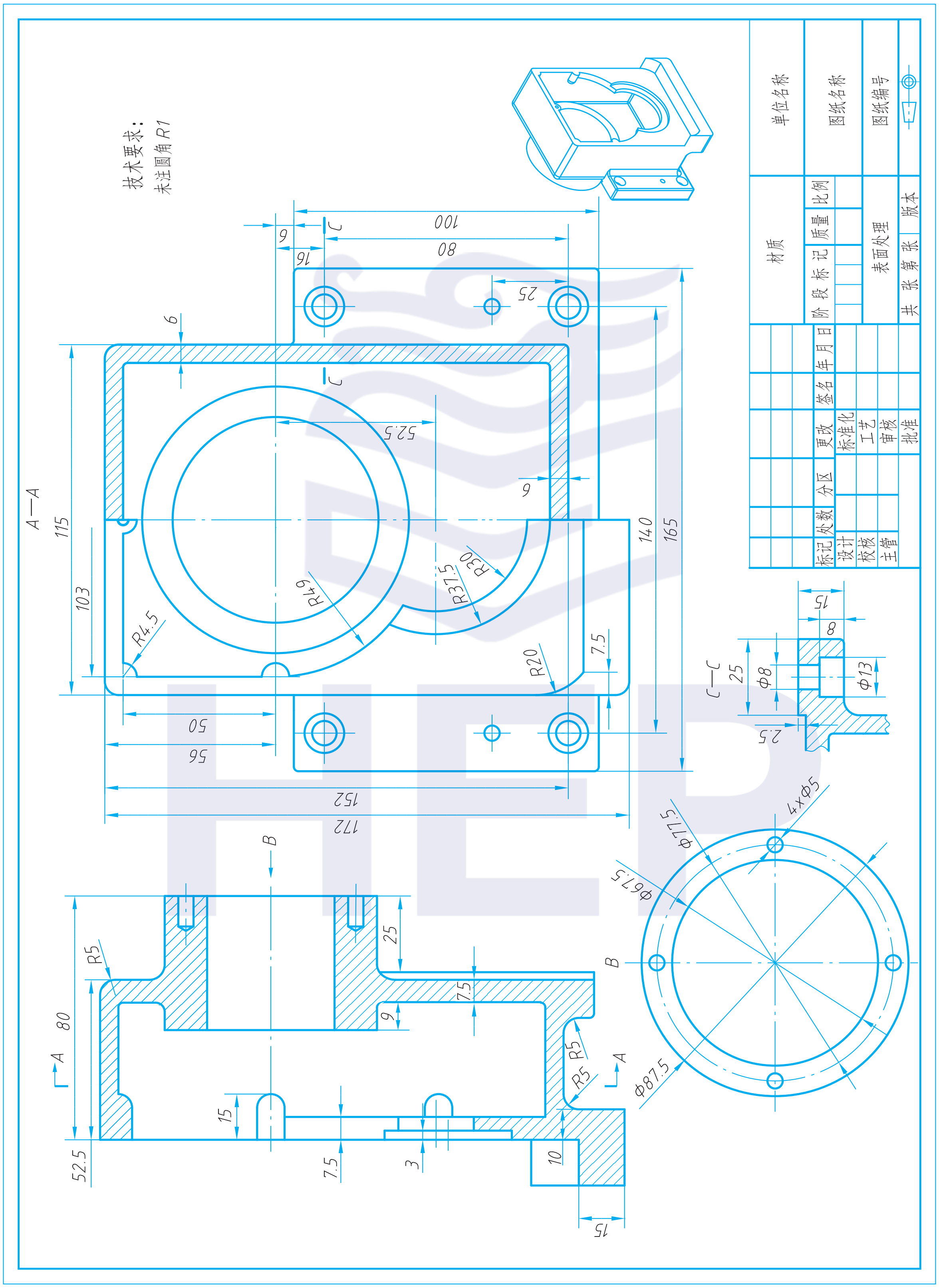
图 9-45 关闭视口线

任务总结

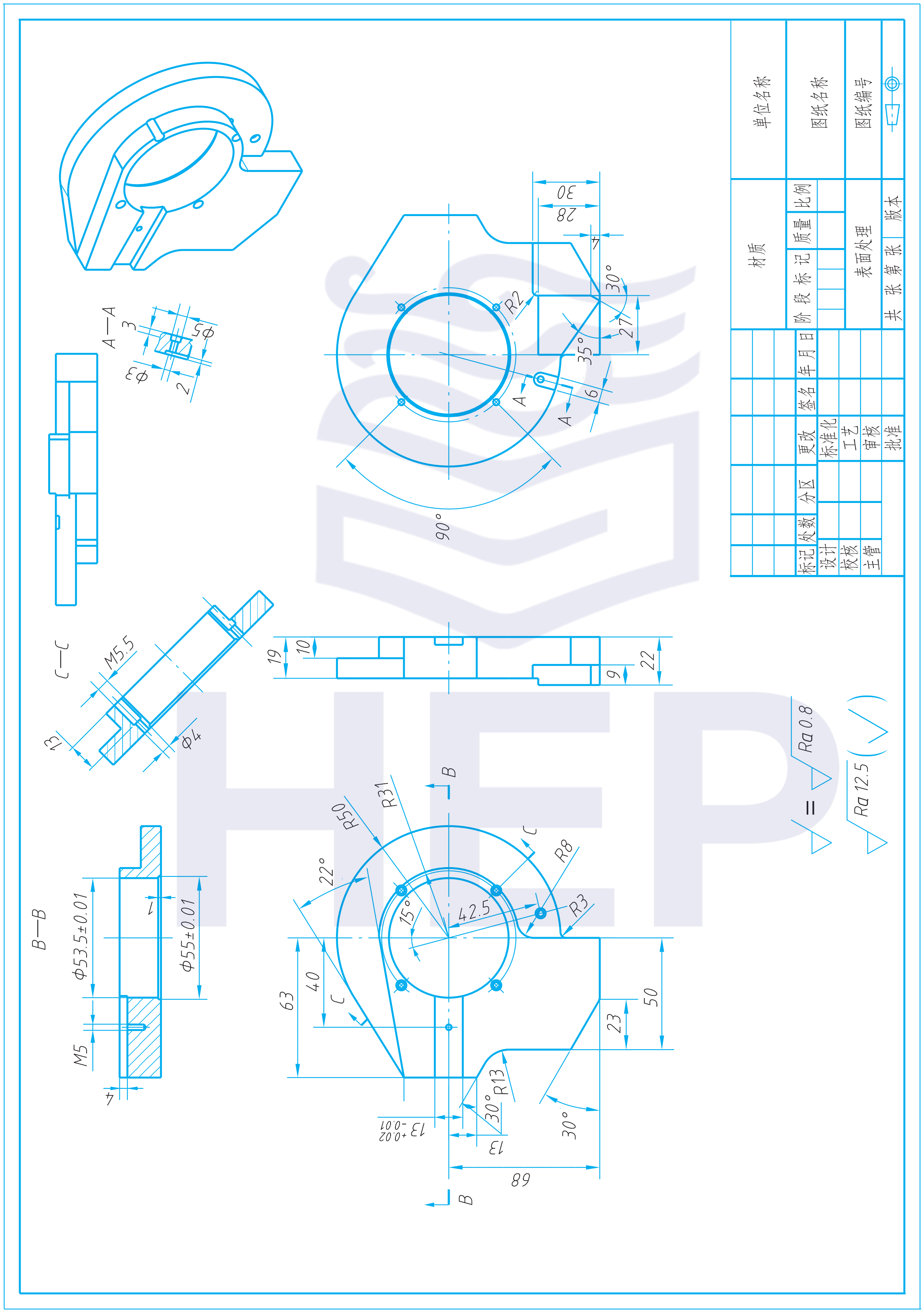
通过本任务的学习用户应掌握了在模型空间和布局空间进行图样打印的方法，包括添加图框、设置页面和打印样式等，特别是在同一布局空间中打印多个图样的方法，应熟练使用。

提高练习

根据本书配套资源包中的“素材/模块九 打印图样/任务”文件夹中的“TG9-1. dwg”文件，参照本任务中使用布局空间打印的方法，调用“A4 图框 . dwg”文件添加标题栏进行打印，结果如图 9-46 所示。


技术要求：
未注圆角R1
A—A
C—C
单位名称
图纸名称
图纸编号
材质
阶段标记
质量
比例
表面处理
共 张 第 张
版本
标记
处数
分区
更改
签名
年月日
设计
标准化
校核
工艺
审核
主管
批准

(a)



(b)

图 9-46 提高练习图

附 录 A

AutoCAD 常用快捷键

分类	功能	快捷键	功能	快捷键
绘图	LINE(直线)	L	RECTANGLE(矩形)	REC
	CIRCLE(圆)	C	ARC(圆弧)	A
	ELLIPSE(椭圆)	EL	POLYGON(正多边形)	POL
	MLINE(多线)	ML	SPLINE(样条曲线)	SPL
	XLINE(射线)	XL	BHATCH(填充)	H
	TEXT(单行文本)	T	MTEXT(多行文本)	MT
	BLOCK(块定义)	B	INSERT(插入块)	I
	WBLOCK(定义块文件)	W	REGION(面域)	REG
修改	COPY(复制)	CO	TRIM(修剪)	TR
	MIRROR(镜像)	MI	EXTEND(延伸)	EX
	ARRAY(阵列)	AR	STRETCH(拉伸)	S
	OFFSET(偏移)	O	LENGTHEN(直线拉长)	LEN
	ROTATE(旋转)	RO	SCALE(比例缩放)	SC
	MOVE(移动)	M	BREAK(打断)	BR
	ERASE(删除)	E 或【Delete】	CHAMFER(倒角)	CHA
	EXPLODE(分解)	X	FILLET(倒圆角)	F
尺寸标注	DIMSTYLE(标注样式)	D	智能标注	DIM
	DIMANGULAR(角度标注)	DAN	DIMCENTER(中心标注)	DCE
	DIMEDIT(编辑标注)	DED	DIMORDINATE(点标注)	DOR
	DIMLINEAR(直线标注)	DLI	QLEADER(快速引出标注)	LE
	DIMALIGNED(对齐标注)	DAL	DIMBASELINE(基线标注)	DBA
	DIMRADIUS(半径标注)	DRA	DIMCONTINUE(连续标注)	DCO
	DIMDIAMETER(直径标注)	DDI	几何公差(TOLERANCE)	TOL
对象特性	MATCHPROP(属性匹配)	MA	LAYER(图层操作)	LA
	STYLE(文字样式)	ST	ALIGN(对齐)	AL
	AREA(面积)	AA	DIST(距离)	DI
常用Ctrl快捷键	COPYCLIP(复制)	【Ctrl】+C	PASTECLIP(粘贴)	【Ctrl】+V
	CUTCLIP(剪切)	【Ctrl】+X	PRINT(打印文件)	【Ctrl】+P
	QSAVE(保存图纸)	【Ctrl】+S	OPEN(打开文件)	【Ctrl】+O
	PROPERTIES(修改特性)	【Ctrl】+1	NEW(新建文件)	【Ctrl】+N
其他常用功能键	OSNAP(对象捕捉)	【F3】	正交	【F8】
	命令行文本窗口	【F2】	HELP(帮助)	【F1】
	退出命令	【ESC】	ROTATE3D(3D 旋转)	ROTATE3D
	MVIEW(新建视口)	MV	PAN(平移)	P

附 录 B

提高练习操作过程视频二维码

图 1–14a

图 1–14b

图 1–14c

图 1–14d

图 1–14e

图 1–14f

图 1–14g

图 1–14h

图 2–11a

图 2–11b

图 2–11c

图 2–11d

图 2–11e

图 2–11f

图 2–11g

图 2–11h

图 2–31a

图 2–31b

图 2–31c

图 2–31d

图 2–31e

图 2–31f

图 2–31g

图 2–31h

图 2–57a

图 2–57b

图 2–57c

图 2–57d

图 2–57e

图 2–57f

图 2–57g

图 2–57h

图 2–57i

图 2–75a

图 2–75b

图 2-75c

图 2-75d

图 2-75e

图 2-75f

图 2-75g

图 2-75h

图 2-75i

图 2-75j

图 2-81a

图 2-81b

图 2-81c

图 2-81d

图 2-81e

图 2-81f

图 2-81g

图 2-81h

图 2-81i

图 3-25a

图 3-25b

图 3-25c

图 3-25d

图 3-25e

图 3-25f

图 3-25g

图 3-25h

图 3-25i

图 3-25j

图 4-33a

图 4-33b

图 4-33c

图 4-33d

图 4-33e

图 4-33f

图 4-33g

图 4-33h

图 4-60a 图 4-60b 图 4-60c 图 4-60d 图 4-60e

图 4-90a 图 4-90b 图 4-90c 图 4-90d 图 4-90e

图 5-18a 图 5-18b 图 5-18c 图 5-18d 图 5-18e

图 5-18f 图 5-18g 图 5-18h 图 5-38a 图 5-38b

图 5-38c 图 5-38d 图 5-38e 图 5-38f 图 5-38g

图 5-38h 图 6-12a 图 6-12b 图 6-12c 图 6-12d

图 6-12e 图 6-12f 图 6-12g 图 6-12h 图 6-25a

图 6-25b

图 6-25c

图 6-25d

图 6-25e

图 6-25f

图 6-25g

图 6-25h

图 6-35a

图 6-35b

图 6-35c

图 7-23a

图 7-23b

图 7-23c

图 7-23d

图 7-23e

图 7-23f

图 7-42a

图 7-42b

图 7-42c

图 7-42d

图 8-11a

图 8-11b

图 8-11c

图 8-11d

图 8-11e

图 8-11f

图 8-30a

图 8-30b

图 8-30c

图 8-30a

图 8-30b

图 8-30c

图 9-46a

图 9-46b

参 考 文 献

[1] 刘伏林. 数控机床整机设计全过程图册[M]. 北京:化学工业出版社,2017.

[2] 刘伏林. 机械制图·识图1032例[M]. 北京:化学工业出版社,2018.

[3] 姜军,姜勇,刘冬梅. AutoCAD中文版机械制图习题精解[M]. 北京:人民邮电出版社,2011.

[4] 冯仁余,白丽娜. 机械制图与识图难点解析[M]. 北京:化学工业出版社,2016.

[5] 孙篆,许靖,张恒. CAD/CAM技术应用——AutoCAD项目教程[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,2023.

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任;构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,我社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话　(010)58581999　58582371

反盗版举报邮箱　dd@ hep.com.cn

通信地址　北京市西城区德外大街 4 号　高等教育出版社法律事务部

邮政编码　100120

读者意见反馈

为收集对教材的意见建议,进一步完善教材编写并做好服务工作,读者可将对本教材的意见建议通过如下渠道反馈至我社。

咨询电话　400-810-0598

反馈邮箱　zz_dzyj@ pub.hep.cn

通信地址　北京市朝阳区惠新东街 4 号富盛大厦 1 座
高等教育出版社总编辑办公室

邮政编码　100029

防伪查询说明

用户购书后刮开封底防伪涂层,使用手机微信等软件扫描二维码,会跳转至防伪查询网页,获得所购图书详细信息。

防伪客服电话

(010)58582300

学习卡账号使用说明

一、注册/登录

访问 http://abook.hep.com.cn/sve,点击“注册”,在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”页面。

二、课程绑定

点击“我的课程”页面右上方“绑定课程”,在“明码”框中正确输入教材封底防伪标签上的 20 位数字,点击“确定”完成课程绑定。

三、访问课程

在“正在学习”列表中选择已绑定的课程,点击“进入课程”即可浏览或下载与本书配套的课程资源。刚绑定的课程请在“申请学习”列表中选择相应课程并点击“进入课程”。

如有账号问题,请发邮件至:4a_admin_zz@ pub.hep.cn。