

高等职业教育机械系列精品教材
校企“双元”合作开发新形态教材

机械制图训练教程

主 编 叶青玉 韩海敏 李 敏

副主编 东 伟 张同艳



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书以职业岗位所需的知识、能力、素质结构为依据,以专业课程和岗位中常用的工程图样的识读和绘制为主线,设置工作项目,并通过完成工作任务的方式引导学生学习相关知识,在训练中注重培养学生的读图、绘图(包括尺规绘图和 CAD 绘图)能力和三维建模能力,以及在分析和解决问题时独立思考、可持续发展的能力。全书共五个项目,分别为平面图形的训练、三视图的训练、机件的表达训练、典型零件结构的训练、装配结构的训练。

本书可作为高等职业院校和成人高等院校机械、机电、数控、无人机、自动化等专业的教材,也可作为中高级职业资格考试与就业培训用书,还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图训练教程 / 叶青玉, 韩海敏, 李敏主编.

北京: 北京邮电大学出版社, 2024. -- ISBN 978-7-

-5635-7458-2

I. TH126

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025CJ7923 号

策划编辑: 高 宇 责任编辑: 高 宇 封面设计: 黄燕美

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 18

字 数: 372 千字

版 次: 2025 年 7 月第 1 版

印 次: 2025 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-7458-2

定 价: 65.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

服务电话: 400-615-1233

前言

机械制图是高等职业院校装备制造大类相关专业的一门重要的专业基础课程。职业教育是以培养技术实用型人才为目的,本书根据国家职业教育改革发展方向,面向职业教育的教学对象和职业岗位需求,以学生为中心,注重培养学生的读图、绘图(包括尺规绘图和 CAD 绘图)能力和三维建模能力,使学生具有在分析和解决问题时独立思考的能力和可持续发展的能力。在编写本书时,编者总结多年教学改革经验,注重德技并修,调整教材知识结构,以期理论联系实际;力求使教材内容简明扼要,通俗易懂,图文并茂,表达清晰,作图步骤完整。

本书具有以下特点:

(1)融入德育元素。在学习目标中,本书根据项目任务的特点,以润物细无声的方式融入德育的相关要求;注重培养学生的专业素养、职业道德及工匠精神,并引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观。

(2)以技能标准为依据,以典型案例为驱动,实现教、学、做一体化。本书采用任务驱动方式,每个任务按照“任务要求—任务分析与讨论—案例导入—自查与记录—课后拓展训练案例”的顺序进行编写,教学思路符合高职学生的认知特点,有利于学生掌握知识。

(3)优化训练体系。本书训练体系按照“平面图形的训练—三视图的训练—机件的表达训练—典型零件结构的训练—装配结构的训练”的顺序层层递进,逐步达到机械制图教学训练目标。

(4)强化实践能力和职业技能培养。识图与绘图能力是本书的培养重点。本书通过“案例导入”引入知识,通过“课后拓展训练案例”实现多看多练,加上三维模型的引入,便于学生建立空间思维。“课后拓展训练案例”中配置了不同难易程度的训练题目,便于教师根据学生的掌握程度有效选择。

本书教学计划为 50~90 学时。本书可作为高等职业院校和成人高等院校机械、机电、数控、无人机、自动化等专业的教材,也可作为中高级职业资格考试与就业培训用书,还可供相关工程技术人员参考。书中长度尺寸如未特殊说明均以毫米(mm)为单位。

本书由河南应用技术职业学院叶青玉、韩海敏,郑州旅游职业学院李敏担任主编;河南应用技术职业学院东伟、张同艳担任副主编。其中,叶青玉编写项目一,东伟编写项目二,李敏编写项目三,韩海敏编写项目四,张同艳编写项目五。河南金石普惠科技有限公司王晨辉工程师参与了各项目课后拓展训练案例的选取。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者指正。

编者

目 录

项目一 平面图形的训练 1

- 任务一 线型练习 1
- 任务二 平面图形的绘制 13
- 任务三 趣味作图(CAD 绘图训练)..... 28
- 任务四 平面图形的三维建模 38

项目二 三视图的训练..... 51

- 任务一 平面立体三视图的绘制 52
- 任务二 曲面立体三视图的绘制 66
- 任务三 组合体三视图的绘制 78
- 任务四 组合体三维建模 96

项目三 机件的表达训练 109

- 任务一 视图的绘制 110
- 任务二 剖视图的绘制 126
- 任务三 断面图和局部放大图的绘制 145

项目四 典型零件结构的训练..... 155

- 任务一 轴套类零件的绘制 156
- 任务二 盘盖类零件的绘制 176
- 任务三 叉架类零件的绘制 184
- 任务四 箱体类零件的绘制 194
- 任务五 典型零件的三维建模 203
- 任务六 二维工程图出图及虚拟打印 220

项目五	装配结构的训练	232
任务一	标准件装配结构的绘制	233
任务二	部件装配体的绘制	251
任务三	装配体的三维建模	271
参考文献		282

平面图形的训练



项目需求

在工程制图中,无论是零件图还是装配图,实际上都是由直线、圆、圆弧、矩形、多边形以及样条曲线等基本图形对象组成的,所以掌握基本图形的正确绘图方法是学好工程制图的关键。



学习目标

知识与技能	1. 了解国家标准的有关规定。 2. 掌握绘图工具和仪器的正确使用方法。 3. 掌握几何图形的作图原理和方法。 4. 掌握平面图形的尺寸和线段分析的方法,明确线段间的连接关系。 5. 掌握计算机绘图软件的基本设置与操作。
职业核心能力	1. 培养、提高学生查阅学习资料的能力。 2. 培养学生识读和绘制平面图形的能力以及三维建模的基本操作技能。 3. 培养学生严格遵守国家标准的意识及初步运用和贯彻国家标准的能力。 4. 培养观察事物、发现问题、分析问题、解决问题的综合能力。
情感态度与价值观	1. 具有勤奋学习的态度,严谨求实、创新的工作作风。 2. 具有从工作实际中提出问题、解决问题的能力。 3. 具有高度责任心和良好的团队合作精神。 4. 具有一定的科学思维方法和创新意识。 5. 具有在分析和解决问题时独立思考以及可持续发展的能力。 6. 具有自我学习和提升的能力。

任务一 线型练习

一、任务要求

根据平面图形表达的要求,会选用合适的图幅,能按相关国家标准的要求准确绘制平面图形的各种图线;在 CAD 软件中会调用图层、样式等管理工具,能正确设置图层、线型和字体等参数。具体见表 1-1。

表 1-1 任务清单(一)

任务内容	任务要求	验收方式
中望 CAD 软件的基本操作	(1)熟悉中望 CAD 工作界面、坐标系统和数据输入及绘图环境等,并能熟练运用各种指令。 (2)掌握中望 CAD 文字样式、标注样式、表格样式的设置	过程检测
绘制简单的平面图形	熟练掌握直线、多边形、圆、圆弧和椭圆的绘制方法	提交作业

二、任务分析与讨论

通过查阅教材、上网搜索、听课、讨论等渠道获取表 1-2 中的答案或案例,并进行自我评价,确保任务顺利完成。

表 1-2 相关知识和技能信息确认单(一)

相关知识和技能点			答案/案例	自我评价
温故	国标中规定的图纸幅面有几种？分别是什么？			
	国标中规定的比例有几种？分别是什么？			
	国标中规定的汉字是什么字体？采用的字高分别是多大？			
	常用的线型有几种？其中可见轮廓线、不可见轮廓线、中心线分别是什么线型？			
	用细实线绘制的图线都包括哪些？			
	机械制图中图面上采用的单位是什么？			
	如果你有 HB、2B 和 2H 三种铅笔，描深粗实线应选用什么铅笔？			
	一个完整的尺寸应该包括哪几部分？			
知新	中望 CAD 工作界面	中望 CAD 工作界面由哪几部分组成？		
		对象捕捉和对象追踪如何使用？		
		中望 CAD 图形文件的文件类型(扩展名)是什么？		
		如何创建一个新的中望 CAD 图形？		
		如何打开和保存中望 CAD 图形？		
	坐标系统和数据输入	绝对坐标和相对坐标是什么？		
		数据的输入方法有哪几种？		
	绘图环境	什么是图形界限？		
		图层设置中，常用的线型有哪些？		
		图层设置中，常用的线宽有哪些？		
	绘图	简述中望 CAD 常用绘图命令及修改命令。		

三、案例导入

(一)案例分析与操作

【案例】 根据图 1-1 给出的尺寸进行抄画,要求图形正确,布局合理,线型符合国家标准要求。

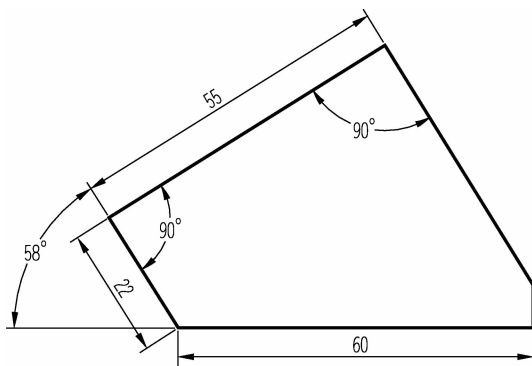


图 1-1 线型结构图例

【操作指导】

1. 绘图前的准备

本教材采用的绘图软件是中望 CAD,在桌面双击快捷方式图标 (中望 CAD 机械版),进入绘图界面,如图 1-2 所示;绘图界面的主要功能区域的名称如图 1-3 所示。

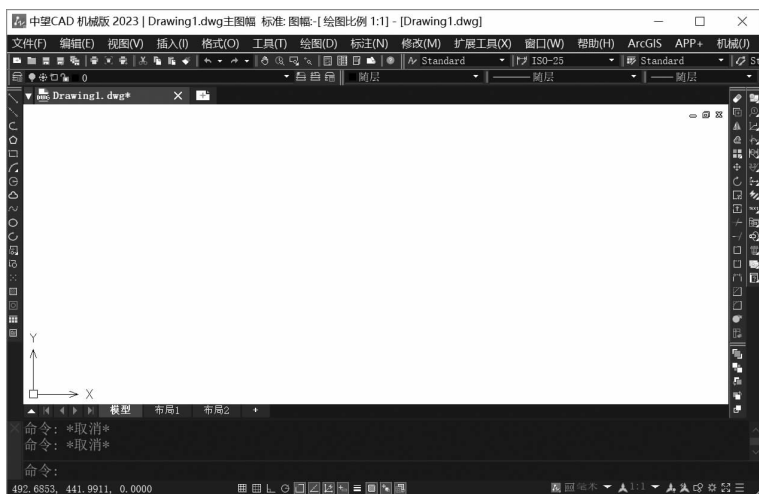


图 1-2 绘图界面

提示:图 1-3 中左侧绘图工具栏及右侧修改工具栏中是常用绘图和修改命令的快捷图标,放在此处是为了便于操作;将鼠标放在图标上停留 1 s,便可显示图标的含义,以做提醒。

绘图前先做好线型图层的设置,首先打开状态栏中正交、对象捕捉、对象追踪等开关。

设置图层是为了方便后期编辑修改,将不同的线型画在不同的图层上,编辑修改时只需将修改的图层打开,其他图层关闭,这样修改时就不会影响图形中其他图层上的线型。

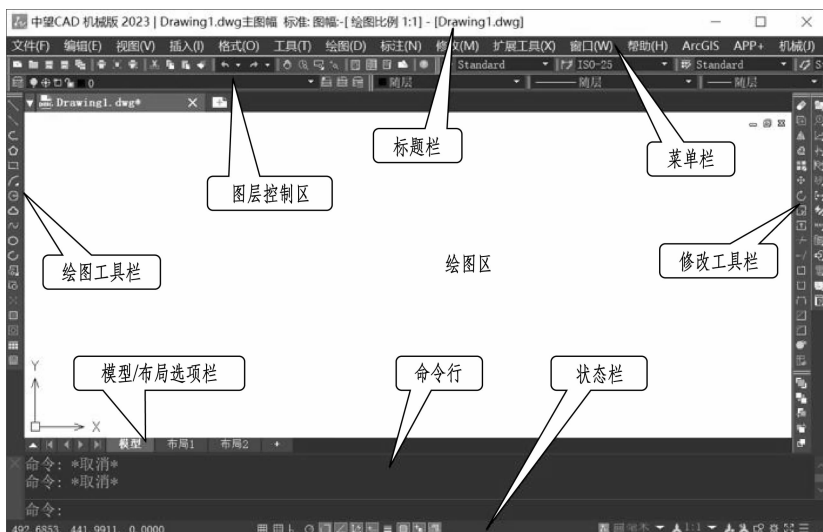


图 1-3 中望 CAD 绘图界面的主要功能区域

线型图层的设置方法如下：

(1) 添加各线型图层。单击图层控制区最左边的按钮，弹出“图层特性管理器”对话框，0 层为系统默认层，不可修改与删除，如图 1-4 所示；单击“新建”按钮，在输入栏里输入“粗实线层”（用于绘制可见轮廓线），按 Enter 键；再次按 Enter 键又会出现输入栏，输入“细实线层”，按 Enter 键；依次重复这个步骤，分别输入细虚线层、中心线层、尺寸标注层、文字标注层、图案填充或剖面线层。



图 1-4 “图层特性管理器”对话框

(2) 编辑图层的颜色、线型、线宽。默认线型是连续线，线宽是细线，所以对于粗实线、细虚线、中心线等是需要调整的。调整时，在设置好的“图层特性管理器”对话框中选中该图层，单击要修改的线型，弹出“线型管理器”对话框，再单击“加载(L)...”按钮，在弹出的对话框的“添加线型”列表框中选择细虚线或中心线的线型，推荐选用“中心线层 CENTER2”“细虚线层 DASHED2”，确认后回到“线型管理器”对话框，单击添加上的线型后确定；颜色设置直接选中图层所在的颜色修改即可；线宽设置也是直接选中所在图层的线宽，一般只修改粗实线的宽度，0.3 mm 的线宽适合画图用，且粗细效果度比例在图形界面上显示也合适；如果需要打印，打印前可修改线宽为 0.5~0.7 mm，因 0.3 mm 的线宽在图纸上显示的效果和细实线基本相近。图

层线型设置效果如图 1-5 所示。



图 1-5 图层线型设置效果

2. 绘制图形

由于该图形右端的短线段尺寸未知,其大小由相邻直线的位置关系确定,所以该图形应按由左向右的顺序绘制。

单击“直线”命令按钮,启动“直线”命令,打开“正交”辅助功能开关,在绘图区合适位置单击绘制直线的第一个端点,向左水平移动光标,此时出现绘制直线另一端点的提示框,在长度栏内输入数值 60,按 Enter 键或空格键,绘制出长度为 60 mm 的水平直线,如图 1-6(a)所示;继续绘制长 22 mm 的线段,关闭“正交”辅助功能开关,先在下一点的命令提示框长度栏中输入数值 22,按下 Tab 键切换至角度栏,输入角度 58°的补角数值 122°,按 Enter 键或空格键,绘制出长 22 mm 线段的另一端点,如图 1-6(b)所示。

提示:注意鼠标左键、中键、右键的快捷操作。一般左键功能为拾取,中键功能为放大与缩小;右键功能为取消、终止。双击中键可以使图形全屏显示并居中。

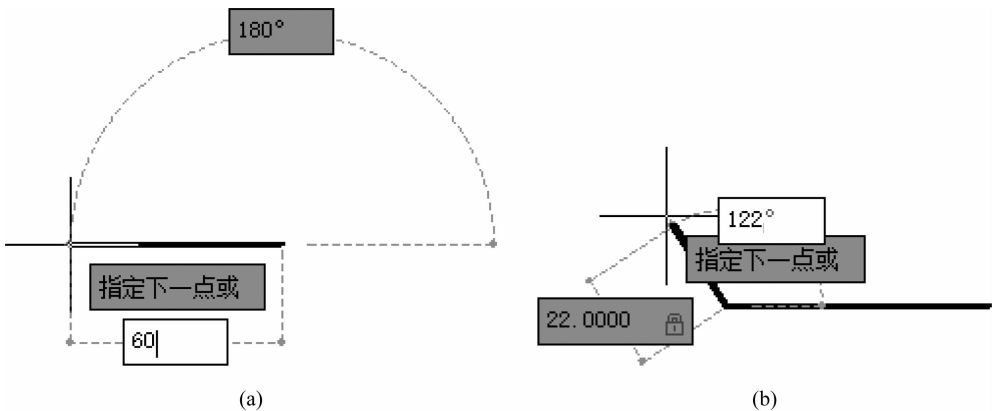


图 1-6 绘制水平线与 58°夹角线

为了方便绘制线段的垂直线,在绘制长为 55 mm 的线段前需要设置对象捕捉中的垂足捕捉为当前应用,操作方法是把光标移至绘图窗口左下位置的捕捉模式按钮或处右击,在弹出的快捷菜单中单击“设置”项,弹出“草图设置”对话框,在其中选中“端点”“垂足”复选框,如图 1-7(a)所示;或者直接单击按钮,在弹出的菜单里直接选择“端点”“垂足”选项,如图 1-7(b)所示。



图 1-7 设置端点、垂足对象捕捉

绘制长为 55 mm 的垂直线段时,先把鼠标指针移到线段起始点激活垂足捕捉功能,然后沿垂线延伸方向移动光标,并在长度栏中输入长度数值 55,按 Enter 键或空格键,完成 55 mm 长线段的绘制,如图 1-8(a)所示;用同样的方法绘制与 55 mm 长线段垂直的线段的下一点时,光标沿垂线方向移动至接近 60 mm 长水平线段的右端点,将光标下移至该端点上以激活 60 mm 长水平直线的垂足捕捉功能,再将鼠标向上移动,此时 55 mm 长线段的垂线追踪线与 60 mm 长线段的垂线追踪线交于一点,在该位置单击,完成 55 mm 长线段上端点处的相交垂线,如图 1-8(b)所示。

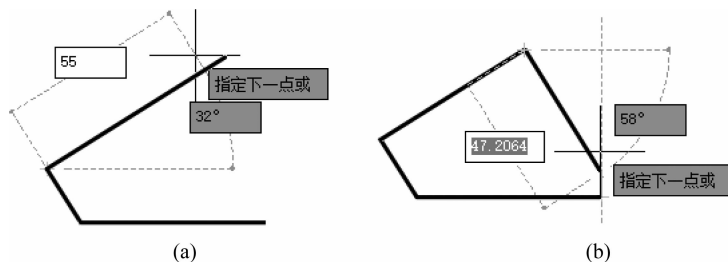


图 1-8 垂直线段的绘制

连接 60 mm 水平直线的右端点与 55 mm 长线段上端点处垂线段的端点,完成该平面图形的绘制,如图 1-9 所示。

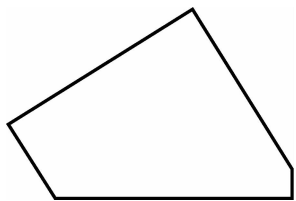


图 1-9 完成平面图形的绘制

3. 标注尺寸

在书写文字时,必须设置文字样式,按照国标要求,汉字采用长仿宋体,数字、字母采用斜体。

单击“格式”菜单栏里的“文字样式”和“尺寸样式”按钮,打开“文字样式管理器”和“标注样式管理器”对话框,进行文字样式和尺寸样式设置与修改。

在“文字样式管理器”对话框里,样式名称可以新建,也可以采用当前的默认值;文本字体选择“gbfontc.shx”(仿宋体、斜体),宽度因子为 0.7(符合国标规定的长仿宋体),大字体选择“gbcbig.shx”(字体样式-中文字体),如图 1-10 所示。



图 1-10 文字样式设置

“标注样式管理器”对话框如图 1-11(a)所示,样式(S)选择“ISO-25”,再单击“修改”按钮,弹出“修改标注样式:ISO-25”对话框。

(1)在图 1-11(b)所示的“文字”选项卡中修改文字设置。

①“文字样式(Y)”:依旧选择“Standard”(同文字样式设置当前样式名一致)。

②“文字高度(T)”:可选择“3.5”(如果图形特别大的,可以返回此处修改)。

③“文字位置”:“垂直(V)”选择“上方”,“水平(Z)”选择“居中”(符合国标规定的尺寸数字在尺寸线上方,水平方向字头朝上,垂直方向字头朝左)。

④“文字方向”:“在尺寸界线外(E)”选择“水平”(可以看到预览图中的直径与半径的标注,如果不要水平效果,可选择“与直线对齐”),“在尺寸界线内(I)”选择“与直线对齐”。

(2)在图 1-11(c)所示的“符号和箭头”选项卡中修改箭头设置。此处只需选择“箭头大小”,一般设置为与文字高度一致。



图 1-11 尺寸标注样式设置

设置完成后单击“确定”按钮,返回到图 1-11(a)所示对话框,此时可以单击“替代(O)”按钮,也可以直接单击“关闭”按钮。

尺寸标注完成后的图形如图 1-1 所示。

【案例拓展】 在图 1-1 所示的图形区域内进行图案填充。

在“绘图”面板中单击“图案填充(H)”命令按钮，弹出“填充”对话框，如图 1-12 所示。



图 1-12 “填充”对话框

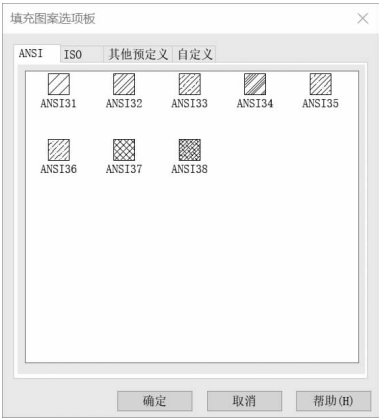


图 1-13 填充图案选项板

设置“图案(P)”:按照制图国标要求,金属零件填充图案选择等距的 45°斜线。如果不知道图案编码,可单击图案选项后的,弹出图 1-13 所示的对话框。可以看出 ANSI31 的图案符合要求,单击选择“ANSI31”后,单击“确定”按钮即返回“填充”对话框。

设置“角度和比例”:系统内置的角度是 45°,因此采用默认倾斜剖线时输入角度为 0°,采用反向的倾斜剖线时输入角度为 90°;比例表示间距,如果填充后平行线比较密集或过宽,可根据需要调整数值;其他设置可暂时不用调整。

在“边界”选项区单击“添加:拾取点(K)”按钮,回到绘图区,在所需要填充的区域内单击,会有虚线框出现,再右击选择“确定”后,又回到“填充”对话框,再次单击“确定”按钮。填充结果如图 1-14 所示。

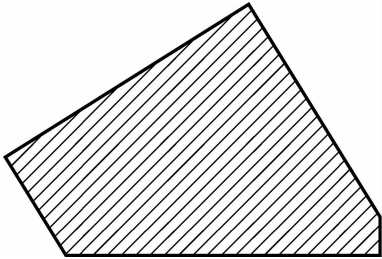


图 1-14 多边形图案填充

(二)案例需要的命令列表(表 1-3,学生填写)

表 1-3 案例命令(一)

需要的命令 1	
需要的命令 2	
需要的命令 3	

续表

需要的命令 4	
需要的命令 5	
需要的命令 6	
需要的命令 7	
需要的命令 8	
需要的命令 9	
需要的命令 10	

四、自查与记录

按照技能和职业素养进行检查,在表 1-4 中记录、评分。评分采用扣分制,每项扣完为止。

表 1-4 检查记录工作单(一)

检查项目	检查内容	评分标准	记 录	评 分
图形界限检查 (30 分)	设置是否合理 (30 分)	不合理之处酌情扣 5~10 分		
图层设置检查 (40 分)	线型 (20 分)	一处扣 0.5 分,两处扣 1 分,以此类推		
	线宽 (10 分)	一处扣 0.5 分,两处扣 1 分,以此类推		
	颜色 (10 分)	一处扣 0.5 分,两处扣 1 分,以此类推		
职业素养 (30 分)	劳动纪律 (10 分)	遵守纪律,尊重教师,爱惜设备,违反上述情况一次酌情扣 1~2 分。若有特别严重违纪行为,则本次考核不合格,并按照相关制度进行处理		
	操作规范 (10 分)	工具使用不合理、工位没有清扫、浪费耗材,每处酌情扣 1~2 分		
	安全意识 (10 分)	危险用电等根据现场情况扣 1~3 分;损坏主要设备,本次考核不及格,并按照相关制度进行处理		
总评				

五、课后拓展训练案例(带有尺寸的拓展训练案例均可作为 CAD 作图或建模训练题)

1. 线型练习

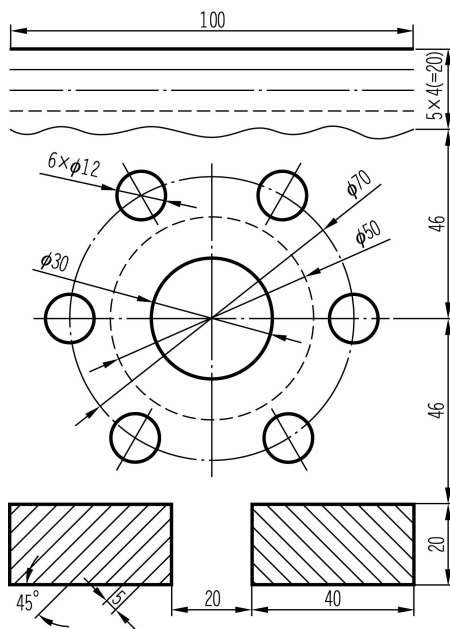
目的:熟悉主要线型的设置及画法;初步掌握国家标准技术制图的有关内容,并掌握绘图基础命令的使用方法。

要求:图形正确,布局合理,不标注尺寸,线型规范,符合国家标准要求。

图名:线型练习。

图幅:A4(标题栏可参考教材)。

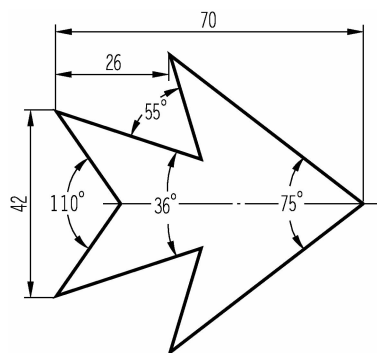
比例:1:1。



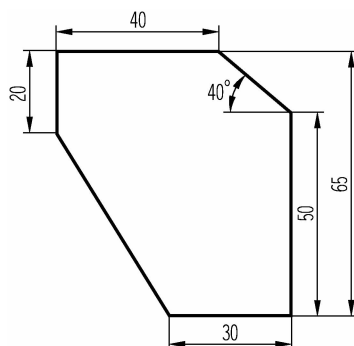
班级_____ 姓名_____ 学号_____

2. 模仿训练:抄画图形,不标注尺寸(CAD 作图练习)

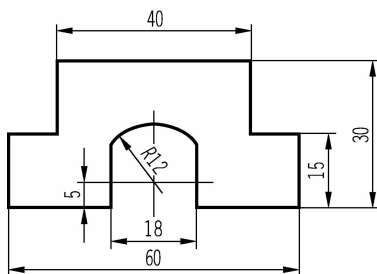
(1)



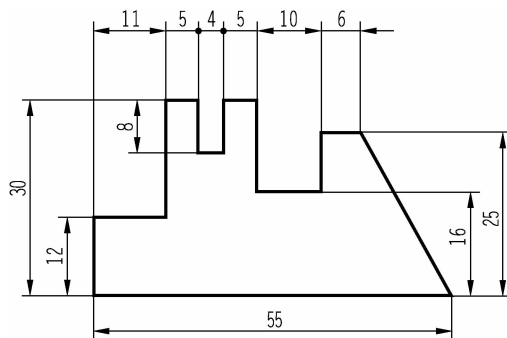
(2)



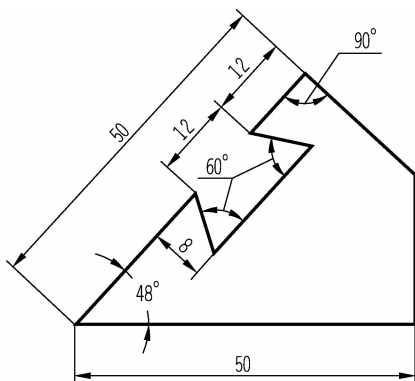
(3)



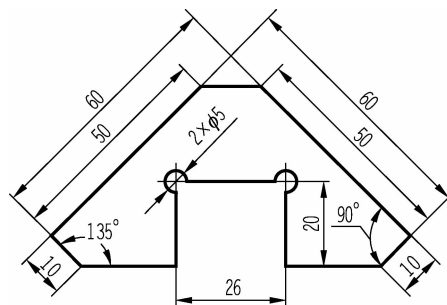
(4)



(5)



(6)



班级_____ 姓名_____ 学号_____

任务二 平面图形的绘制

一、任务要求

掌握平面图形的尺寸分析、线段分析和作图方法,熟练绘制平面图形;能熟练应用绘图软件中的绘图和修改命令,完成平面图形的绘制;能熟练使用软件中的样式编辑工具准确设置文字样式、标注样式,完成尺寸标注。具体见表 1-5。

表 1-5 任务清单(二)

任务内容	任务要求	验收方式
中望 CAD 软件绘图命令及编辑命令的使用	(1)绘图命令如直线命令、圆命令、正多边形命令、矩形命令等的熟练使用。 (2)编辑命令如删除命令、修剪命令、偏移命令的熟练使用	过程操作验收
尺寸标注	熟练掌握各类尺寸的标注方法及中望 CAD 中尺寸的修改方法	过程操作验收; 图形显示验收
绘制平面图形	(1)熟练掌握使用 CAD 命令进行绘图的方法及技巧。 (2)熟练掌握尺规绘图的方法及技巧。 (3)熟练掌握各类尺寸的正确标注方法	过程检测; 提交作业

二、任务分析与讨论

通过查阅教材、上网搜索、听课、讨论等渠道获取表 1-6 中的答案或案例,并进行自我评价,确保任务顺利完成。

表 1-6 相关知识和技能信息确认单(二)

相关知识和技能点		答案/案例	自我评价
温故	平面图形的线段有几种? 其绘图顺序是什么?		
	圆弧连接中,连接圆弧是指没有什么尺寸的圆弧?		
	斜度与锥度符号在标注时有什么要求?		
	标注尺寸的基本要求是什么?		
	一个完整的尺寸包含哪几部分?		
	平面图形的尺寸有哪儿类? 它们分别是什么?		
	小于等于半圆时应在数值前标注什么字母?		
	大于半圆时应在数值前标注什么符号?		
	列举 5 个你所知道的尺寸符号。		
	中望 CAD 中圆命令包含哪些操作命令?		
	中望 CAD 中常用的编辑命令有哪些?		

续表

相关知识和技能点		答案/案例	自我评价
温故	CAD中修改命令的执行方式有哪几种? 简单叙述一下。		
	中望 CAD中如何设置文字样式和尺寸样式? 如果是长仿宋体字,应如何设置?		
	中望 CAD中如何对关键点进行对象捕捉?		
知新	中望 CAD中绘制圆弧连接用的是哪个命令? 简单叙述一下。		
	中望 CAD中尺寸标注直径符号、角度符号的输入方式是什么?		
	中望 CAD中的尺寸如果是用多行文字进行标注的,应如何进行修改?		
绘图	简单叙述平面图形的绘图步骤。		

三、案例导入

(一)案例分析与操作

【案例】 运用中望 CAD 软件完成图 1-15 所示吊钩平面图形的绘制。

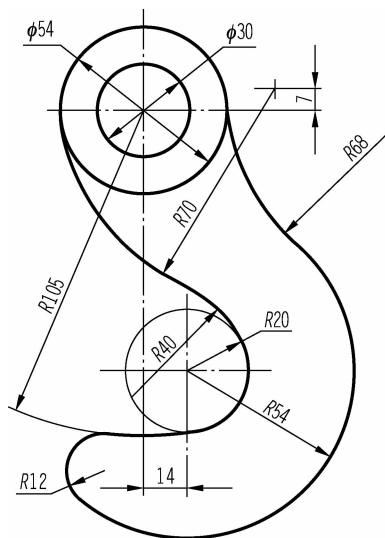


图 1-15 吊钩平面图形

【操作指导】

1. 新建文件并保存

新建文件并保存,设置“文件类型”为“. dwg”,“文件名”为“平面图形. dwg”。

注意:在绘图过程中要经常保存文件,以免突发意外而丢失文件。

2. 图层设置

在“机械”菜单栏中选择执行任意命令(如图幅设置)后,符合国家标准的图层会自动载入,在图层特性管理器中对图层进行修改,将“1 轮廓实线层”的线宽设置为 0.3 mm,其余图层的线宽设置为 0.15 mm 或默认。

3. 吊钩平面图形的绘制

首先对吊钩平面图形进行分析,判别哪些线段是已知线段、中间线段和连接线段,并确定其绘图步骤。

已知线段:直径为 $\phi 30$ 、 $\phi 54$ 的圆以及半径为 $R105$ 的圆弧;

中间线段:半径为 $R20$ 、 $R54$ 、 $R70$ 的圆弧;

连接线段:半径为 $R12$ 、 $R40$ 、 $R68$ 的圆弧。

绘图操作步骤如下。

(1)绘制基准线。将图层特性管理器中的“3 中心线层”设置为当前层(也可以在 0 层绘制,后期选择要修改的图线,单击“图层控制”的下拉箭头,找到对应的图线层进行修改),设置的当前层如图 1-16 所示。单击“直线”命令按钮,根据吊钩平面图形标注的定位尺寸(14 和 7),绘制基准线,如图 1-17 所示。

(2)绘制已知线段。将图层特性管理器中的“1 轮廓实线层”设置为当前层,单击“圆”命令按钮,选择圆心,输入半径 $R15$,完成 $\phi 30$ 圆的绘制,按 Enter 键或者右击,重复“圆”命令,依次绘制 $\phi 54$ 和 $R105$ 的圆,如图 1-18 所示。



图 1-16 “3 中心线层”当前层

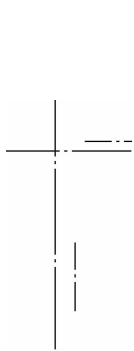


图 1-17 绘制基准线

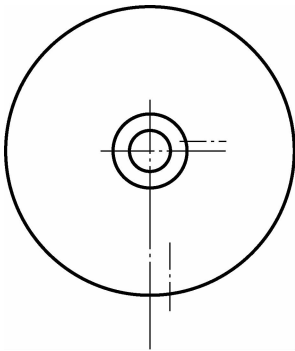


图 1-18 绘制 $\phi 30$ 、 $\phi 54$ 和 $R105$ 的同心圆

(3)绘制中间线段。根据圆弧连接的几何关系可知,半径为 $R20$ 的圆弧与 $R105$ 的圆弧相内切。以 $R105$ 圆弧的圆心为辅助圆心,以 $R(105-20)$ 为半径绘制辅助圆,辅助圆与长竖直中心线右方距离为 14 的短竖直中心线交于一点,该点为所求中间线段 $R20$ 圆弧的圆心,如图 1-19 所示。作出 $R20$ 圆弧的水平中心线,删除辅助圆,单击“圆”命令按钮,绘制半径为 $R20$ 和 $R54$ 的同心圆,如图 1-20 所示。

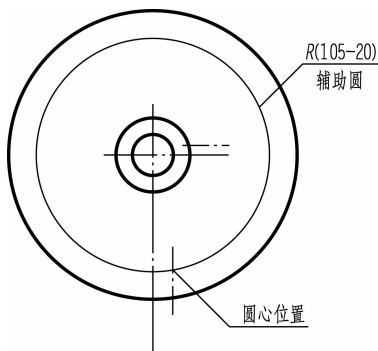


图 1-19 作半径为 $R(105-20)$ 的辅助圆

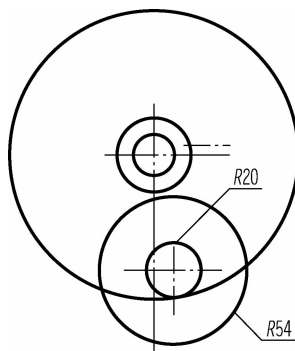


图 1-20 绘制半径为 $R20$ 和 $R54$ 的同心圆

同理,绘制中间线段 $R70$ 的圆弧。根据圆弧连接的几何关系可知,半径为 $R70$ 的圆弧与 $\phi 54$ 的圆内切,且圆心在距离 $\phi 54$ 圆水平中心线上方为 7 的基准线上。以 $\phi 54$ 圆的圆心为辅助圆心,以 $R(70-27)$ 为半径绘制辅助圆,辅助圆与距离 $\phi 54$ 圆水平中心线上方为 7 的基准线交于一点,该点为所求中间线段 $R70$ 圆弧的圆心,如图 1-21 所示。单击“圆”命令按钮,绘制半径为 $R70$ 的圆,如图 1-22 所示。

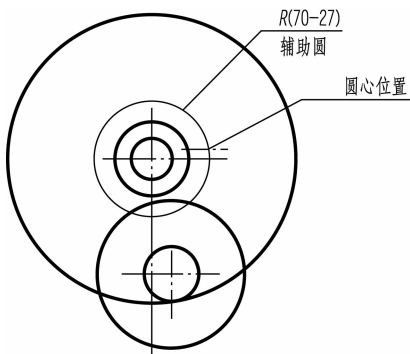


图 1-21 作半径为 $R(70-27)$ 的辅助圆

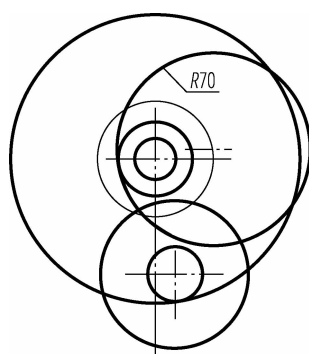


图 1-22 绘制半径为 $R70$ 的圆

(4)绘制连接线段。根据圆弧连接的几何关系可知,半径为 $R40$ 的圆弧与 $R20$ 的圆弧相内切,与 $R70$ 的圆弧外切,尺规作图时可以通过几何作图关系(半径差及半径和)找出 $R40$ 圆弧的圆心。但在计算机绘图软件上绘图时,“圆”命令有“切点、切点、半径”的操作方式,因此可以根据“切点、切点、半径”的操作实现 $R40$ 圆弧的绘制。具体操作方法:单击“圆”命令按钮,右击,弹出“圆”命令快捷菜单,如图 1-23 所示;或者单击“圆”命令按钮,在命令行里输入“切点、切点、半径”操作方式的符号“T”(大小写字母均可),然后分别在 $R20$ 和 $R70$ 圆弧上合适的位置单击两点(单击的位置很关键,尽量选择在大致是切点的位置,否则会出现两个都是外切或都是内切的图形)。单击时,光标处会显示切点符号,若无切点符号,则观察捕捉模式开关 ☐ 是否打开,切点模式是否选中。最后输入半径 $R40$,完成圆弧的绘制,如图 1-24 所示。



图 1-23 “圆”命令快捷菜单

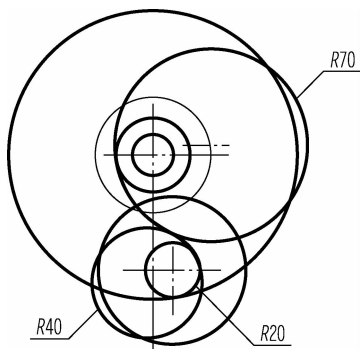


图 1-24 绘制半径为 R40 的圆

同理,绘制连接线段 R12、R68。因图中线段太多,可以先采用“修剪”命令将多余线段修剪去除,保留所需图线,如图 1-25 所示。修剪完成后,调用“圆”命令,选择“切点、切点、半径”方式,分别绘制 R12、R68 的圆,如图 1-26 所示。

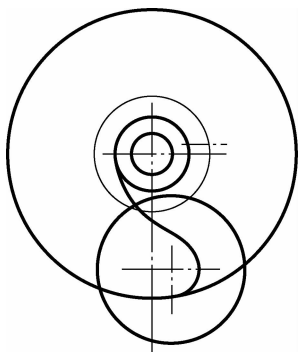


图 1-25 修剪多余线段

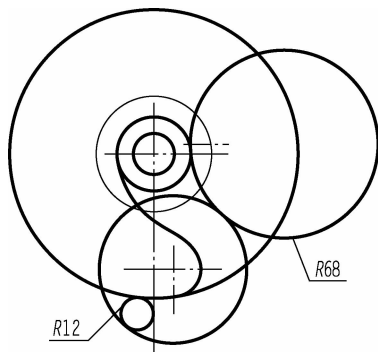


图 1-26 绘制 R12、R68 的圆

(5)修剪删除多余线段。采用“修剪”命令和“删除”命令,将多余线段修剪去除,如图 1-27 所示。

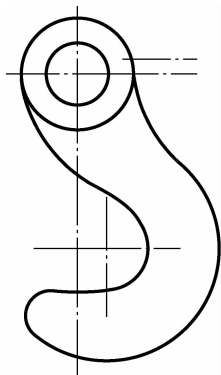


图 1-27 修剪删除多余线段

4. 尺寸标注

执行“机械”→“尺寸标注”→“长度标注”或“直径标注”或“半径标注”菜单命令,如图 1-28

所示。对吊钩的平面图形进行尺寸标注,结果如图 1-15 所示。



图 1-28 调用尺寸标注命令的路径

5. 保存文件

单击绘图界面中的“保存”按钮,将最终绘图结果保存在指定位置,或将绘图结果另存到指定路径,也可将绘图结果上传到教师指定的位置。

(二)案例需要的命令列表(表 1-7,学生填写)

表 1-7 案例命令(二)

需要的命令 1	
需要的命令 2	
需要的命令 3	
需要的命令 4	
需要的命令 5	
需要的命令 6	
需要的命令 7	
需要的命令 8	
需要的命令 9	
需要的命令 10	

四、自查与记录

按照技能和职业素养进行检查,并在表 1-8 中记录、评分。评分采用扣分制,每项扣完为止。

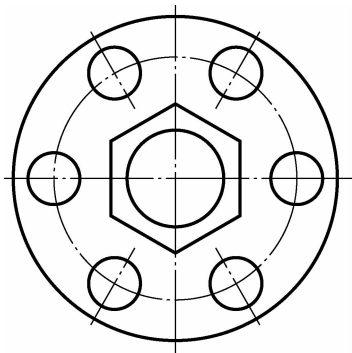
表 1-8 检查记录工作单(二)

检查项目	检查内容	评分标准	记 录	评 分
图幅调用、检查 (10 分)	设置是否合理 (10 分)	不合理之处酌情扣 5~10 分		
平面图形绘制、 尺寸标注检查 (60 分)	平面图形的绘制 (40 分)	一处扣 0.5 分,两处扣 1 分,以此类推		
	尺寸标注 (10 分)	一处扣 0.5 分,两处扣 1 分,以此类推		
	样式编辑设置 (10 分)	一处扣 0.5 分,两处扣 1 分,以此类推		
职业素养 (30 分)	劳动纪律 (10 分)	遵守纪律,尊重老师,爱惜设备,违反上述情况一次酌情扣 1~2 分。若有特别严重违纪行为,则本次考核不合格,并按照相关制度进行处理		
	操作规范 (10 分)	工具使用不合理、工位没有清扫、浪费耗材,每处酌情扣 1~2 分		
	安全意识 (10 分)	危险用电等根据现场情况扣 1~3 分;损坏主要设备,本次考核不及格,并按照相关制度进行处理		
总评				

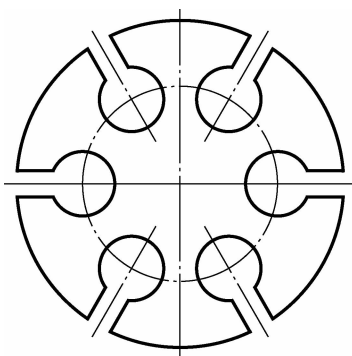
五、课后拓展训练案例(带有尺寸的拓展训练案例均可作为 CAD 作图或建模训练题)

1. 等分圆周训练,抄画平面图形,尺寸从图中量取(CAD 绘图时,可自定尺寸)

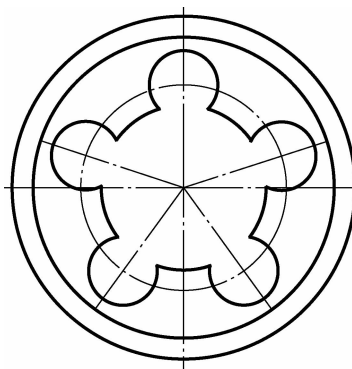
(1)



(2)



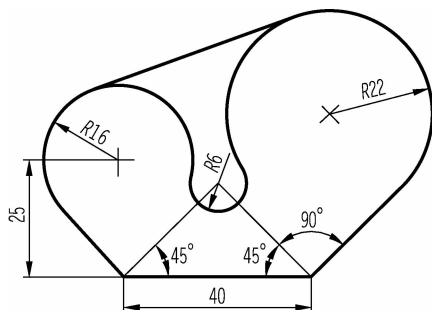
(3)



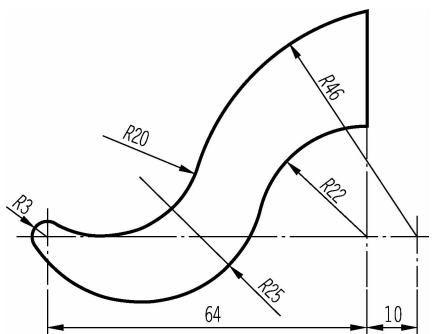
班级_____ 姓名_____ 学号_____

2. 圆弧连接训练, 根据尺寸抄画平面图形, 标注尺寸

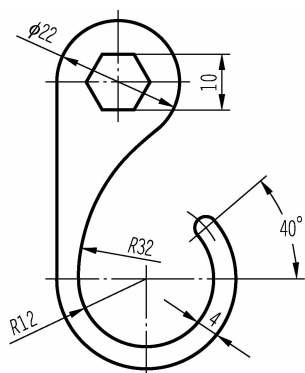
(1)



(2)



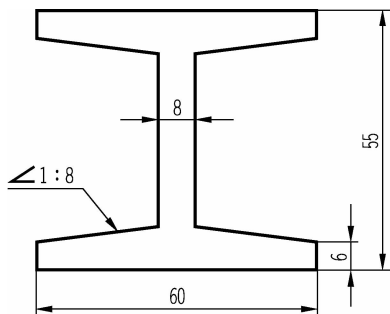
(3)



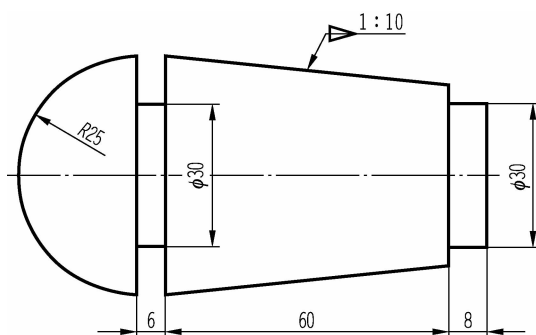
班级_____ 姓名_____ 学号_____

3. 斜度与锥度训练,抄画图形,不标注尺寸,但需要对斜度与锥度进行标注

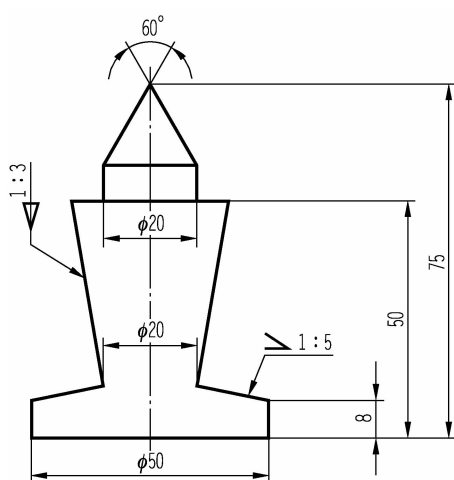
(1)



(2)



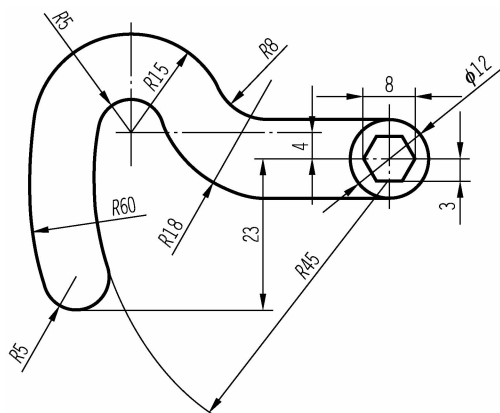
(3)



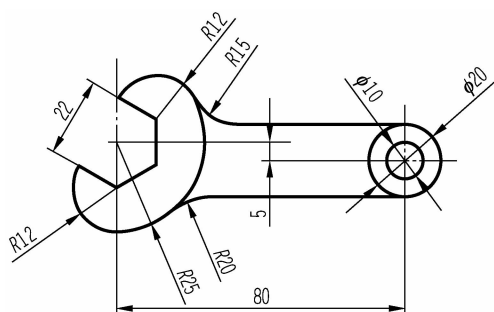
班级_____ 姓名_____ 学号_____

4. 根据尺寸在空白处抄画平面图形,绘图比例自定

(1)



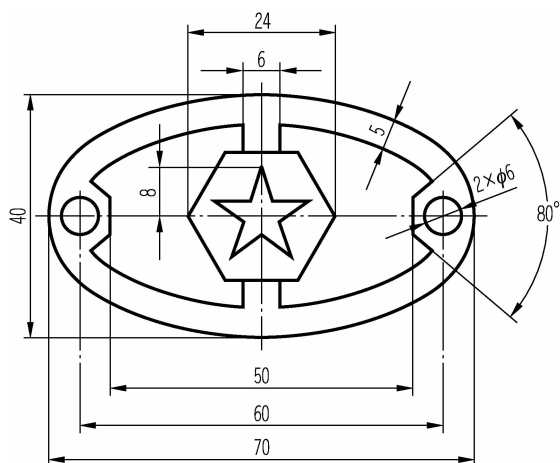
(2)



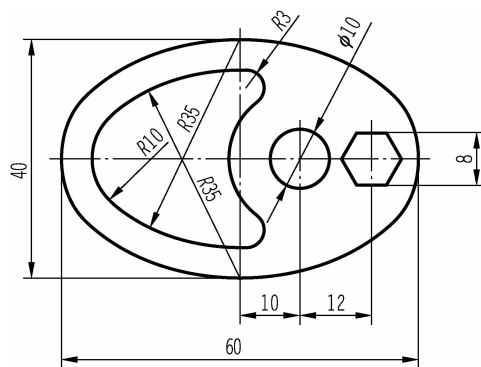
班级_____ 姓名_____ 学号_____

5. 椭圆训练(初期尺规作图练习时可只绘制外廓椭圆,CAD 作图训练时可画出全部)

(1)



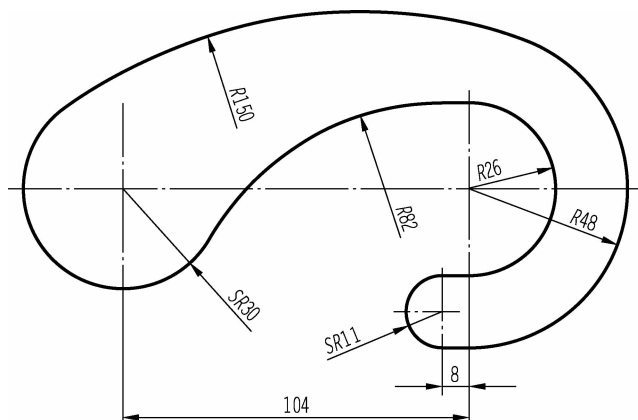
(2)



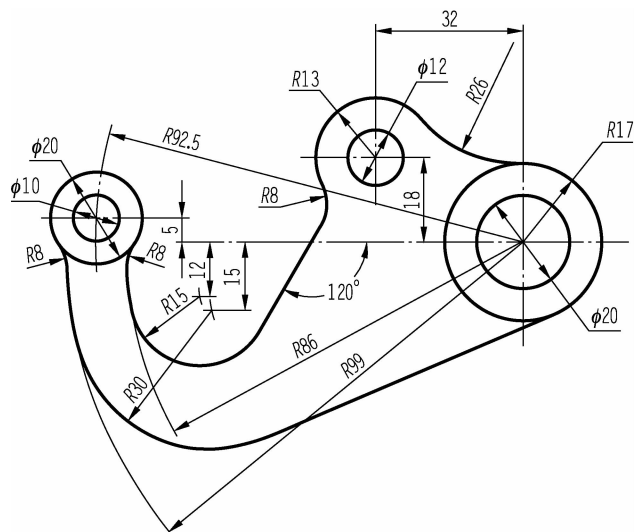
班级_____ 姓名_____ 学号_____

6. CAD 作图训练并标注尺寸(也可作为尺规作图的大图作业)

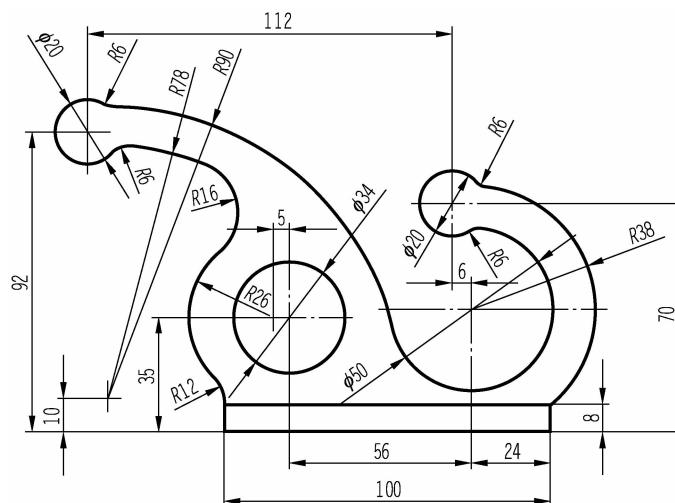
(1)



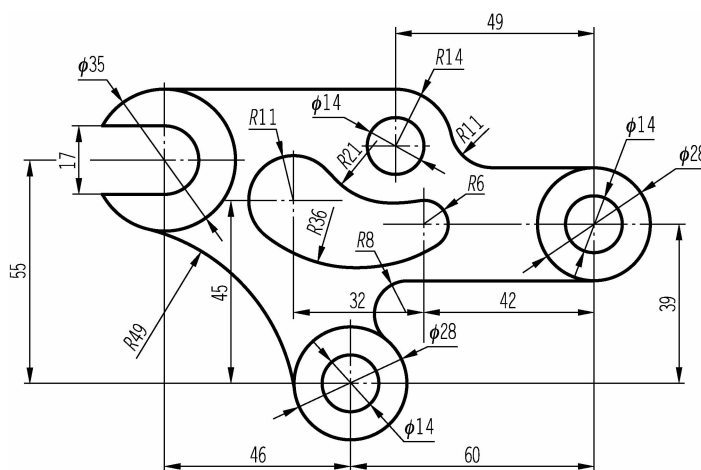
(2)



(3)



(4)



任务三 趣味作图(CAD 绘图训练)

一、任务要求

图样的多样性造就了不同的绘图方法和绘图技巧,运用正确的绘图方法和绘图技巧,将会取得事半功倍的效果。本任务具体见表 1-9。

表 1-9 任务清单(三)

任务内容	任务要求	验收方式
简约结构的绘制	熟练掌握中望 CAD 的绘图与编辑命令,分析平面图形的结构特点,采用中望 CAD 的绘图与编辑命令完成简单平面图形的绘制	过程检测; 提交作业
象形图形的绘制	熟练掌握中望 CAD 的绘图与编辑命令,分析平面图形的结构特点,多方面选用中望 CAD 的绘图与编辑命令完成象形平面图形的绘制	过程检测; 提交作业

二、任务分析与讨论

通过查阅教材、上网搜索、听课、讨论等渠道获取表 1-10 中的答案或案例,并进行自我评价,确保任务顺利完成。

表 1-10 相关知识和技能信息确认单(三)

相关知识和技能点		答案/案例	自我评价
温故	中望 CAD 的绘图命令种类		
	中望 CAD 的编辑命令种类		
	打散命令的使用方法		
	断点命令的使用方法		
知新	偏移命令的使用方法		
	复制命令的使用方法		
	缩放命令的使用方法		
	阵列命令的使用方法		
绘图	当视图或结构只有一个尺寸时,适合采用什么绘图(编辑)命令?		
	当图形上的结构均匀分布时,适合采用什么绘图(编辑)命令?		

三、案例导入

(一)案例分析与操作

【案例】 运用中望 CAD 软件完成图 1-29 所示均布结构平面图形的绘制。

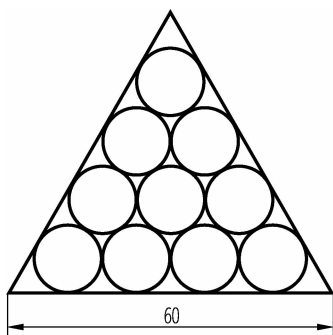


图 1-29 均布结构平面图形

【操作指导】

绘图前先做好图层线型设置,打开正交、对象捕捉、对象追踪等功能开关。具体绘图操作如下。

(1) 绘制一半径为 $R5$ 的圆(半径可以是任意数值),如图 1-30(a)所示。

(2) 执行“编辑”→“复制”菜单命令,捕捉 $R5$ 圆的左侧象限点(或端点)为基点,如图 1-30(b)所示;复制到圆的右侧象限点(或端点),如图 1-30(c)所示;连续复制三个圆,如图 1-30(d)所示。

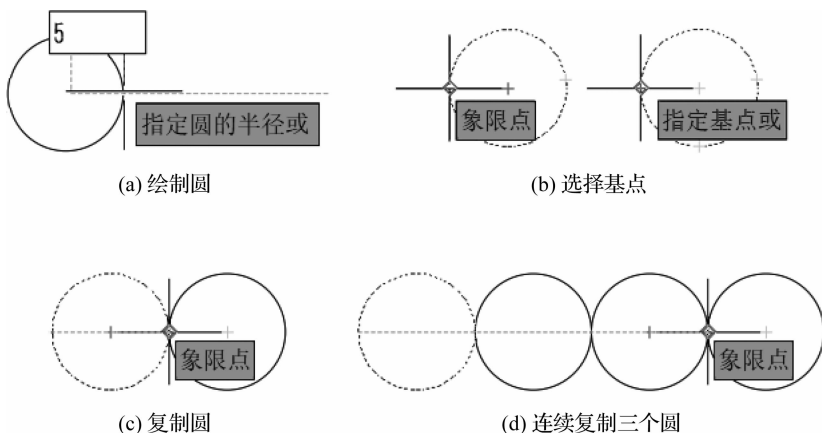


图 1-30 绘制底部四个圆

(3) 执行“绘图”→“圆”菜单命令,用“切点、切点、半径(T)”方式绘制第二排第一个半径为 $R5$ 的圆。可以采用这个方式依次绘制同排其余两个圆,也可以采用上述(2)中的方式,复制出其余两个圆。绘制结果如图 1-31 所示。

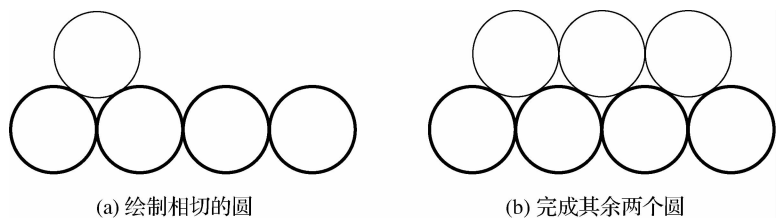


图 1-31 绘制第二排的圆

(4)以此类推,完成第三排、第四排的圆,如图 1-32 所示。

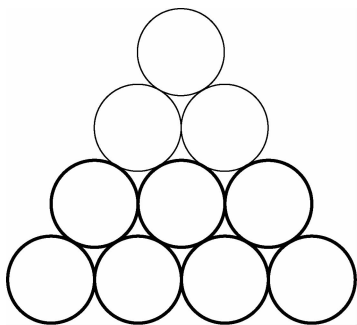
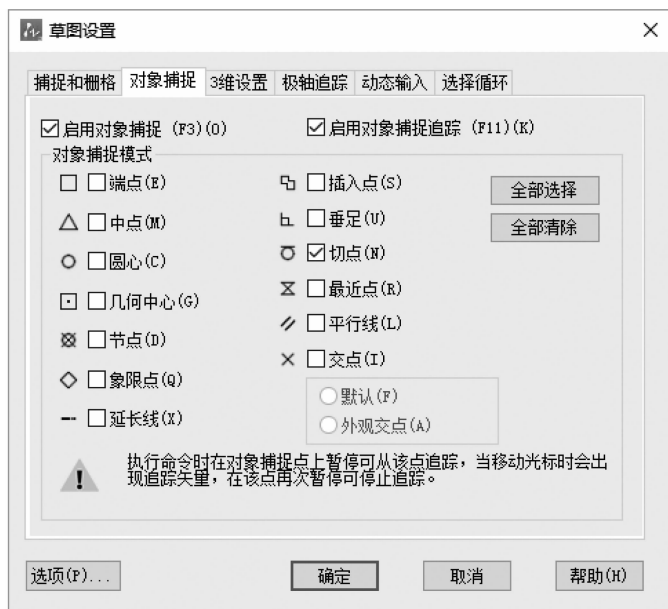


图 1-32 完成内部圆的绘制

(5)画圆的外公切线。右击状态栏中的“对象捕捉”按钮,在弹出的快捷菜单中选择“设置”,如图 1-33(a)所示;弹出如图 1-33(b)所示对话框,在“对象捕捉模式”选项组中只选中“切点”复选框。



(a) “对象捕捉”按钮及快捷菜单



(b) 对象捕捉设置

图 1-33 设置捕捉切点

执行“绘图”→“直线”菜单命令,画出三条公切线,如图 1-34(a)所示。

提示:绘制公切线时,应注意在图 1-33(b)所示“对象捕捉模式”选项组中只选中“切点”复选框,其他复选框全部取消选中,这样做便于捕捉切点,更容易绘制公切线。

(6)执行“修改”→“圆角”菜单命令,此时半径默认为零,然后直接单击尖角对应的两个边即可完成倒圆角,如图 1-34(b)所示。