

## 平面圆弧连接

### 本章目标

- 掌握各种圆弧连接情况的作图方法。
- 熟记圆弧连接中 AutoCAD 2012 主要相关工具的使用方法。
- 熟练掌握圆弧连接的作图步骤。

在绘制机械图样时,常常会遇到从一条直线(或圆弧)光滑地过渡到另一条线的情况,这种光滑过渡就是平面几何中的相切。在练习本章内容之前,请同学们先预习圆弧连接的原理,在 AutoCAD 2012 中进行圆弧连接,如执行倒圆角命令不能达到图样的要求时,可以采用最基本的圆弧作图原理求出圆心和切点,完成图样的圆弧连接。

### 3.1 圆弧连接分析

#### 3.1.1 两条直线用圆弧连接

两直线圆弧连接分为两类,即两直线垂直相交和两直线一般相交。在用 AutoCAD 2012 绘制图形时,使用倒圆角命令实现直线与直线的圆弧连接。

##### 1. 两条垂直相交直线圆弧连接

###### 1) 作图步骤之一

- (1) 求切点。以两直线的交点为圆心,以圆弧半径为半径作圆,相交于两直线。
- (2) 求圆心。分别以两交点为圆心,以圆弧半径为半径作圆,两圆交点为连接圆弧的圆心。
- (3) 圆弧连接。以圆心为圆心,以圆弧半径为半径作圆,删除多余部分,完成两直线圆弧连接,如图 3-1 所示。

###### 2) 作图步骤之二

作图步骤如图 3-2 所示。作图原理:

- (1) 求圆心。分别过两直线作距离为  $R$  的平行线,其交点为连接圆弧的圆心。
- (2) 求切点。从圆心向两直线作垂线,其垂足即为两个切点。

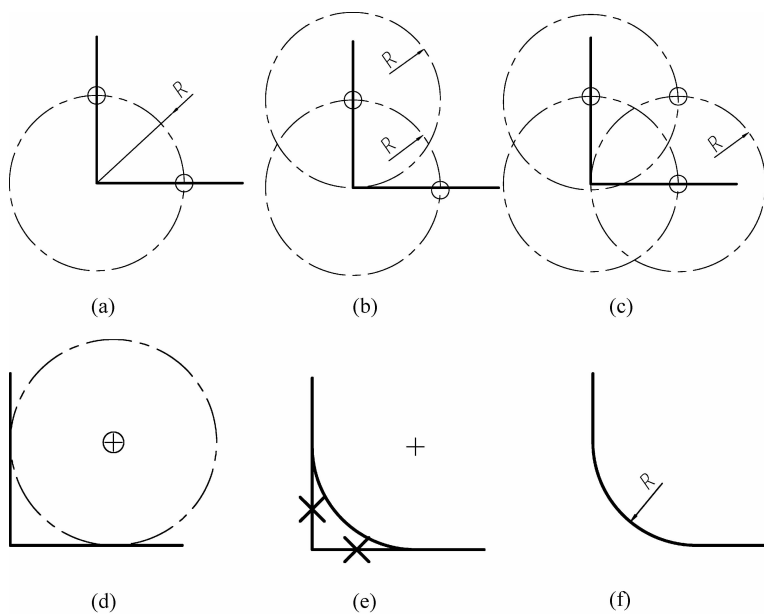


图 3-1 两垂直相交直线圆弧连接

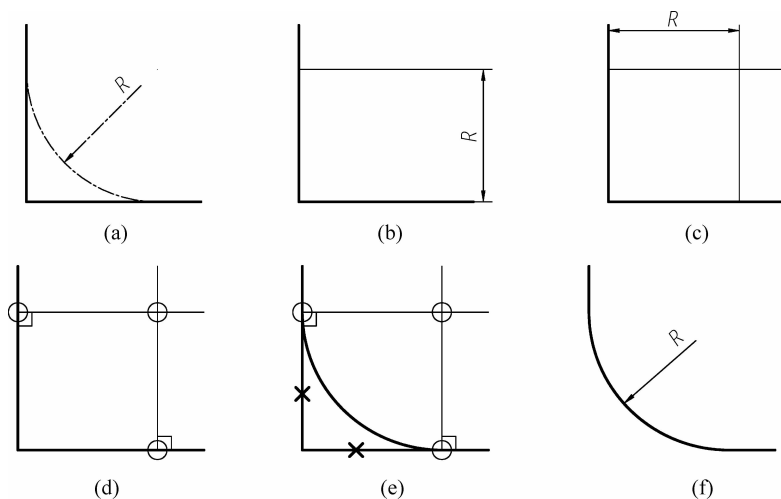


图 3-2 两垂直相交直线圆弧连接

(3) 圆弧连接。以圆心为中心,两个切点为起始点和终止点画圆弧,完成两直线圆弧连接。

## 2. 两条一般相交直线的圆弧连接

作图步骤如图 3-3 所示。

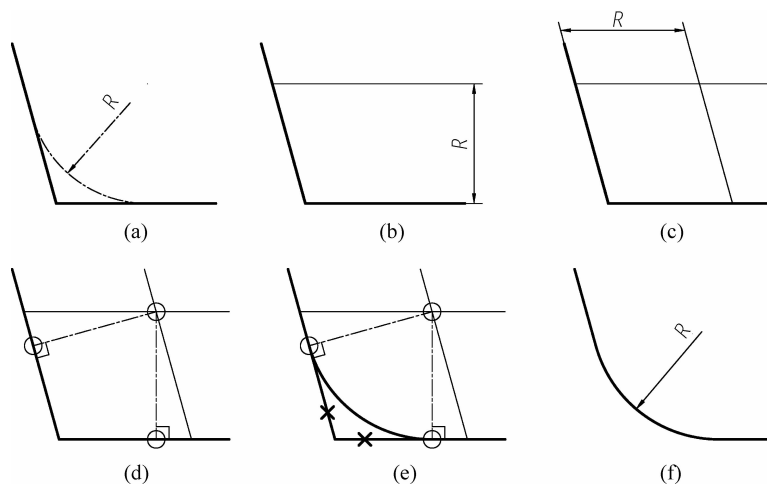


图 3-3 两相交直线圆弧连接

### 3. AutoCAD 2012 实现

在 AutoCAD 2012 中两条直线的圆弧连接可以直接利用修改工具中的“圆角”命令来实现,如表 3-1 所示。

表 3-1 “圆角”命令获取方法

| 菜 单       | 工具条                                                                                 | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|--------|
| “修改”→“圆角” |  | f   | N/A  | fillet |

“圆角”命令是给对象加圆角。首先设置修剪模式和半径数值,然后单击需要倒圆角的第一个对象和第二个对象即可完成圆角操作。

命令: `_fillet`

当前设置: 模式=不修剪,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)]: r

指定圆角半径 <0.0000>: 5

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

选择第二个对象,或按住 Shift 键选择要应用角点的对象:

当需要内外切圆弧连接的两个圆心距离较远、倒圆角半径较大、Auto CAD 倒角命令达不到效果要求的时候,就要利用原理作图方法作图。

#### 3.1.2 圆弧与两圆弧连接

圆弧与两圆弧连接分为三种情况。

## 1. 圆弧与两圆弧同时内切连接

### 1) 作图原理

(1) 求圆心。分别以两圆圆心为圆心,以各自半径与圆弧半径之差为半径作圆,两圆的交点为连接圆弧的圆心。

(2) 求切点。连接圆心和两圆弧中心并延长分别相交于两圆弧,两交点即为切点。

(3) 圆弧连接。以圆心为中心,两个切点为起始点和终止点画圆弧,完成圆弧和两圆弧同时内切连接。

### 2) 作图步骤

作图步骤如图 3-4 所示。

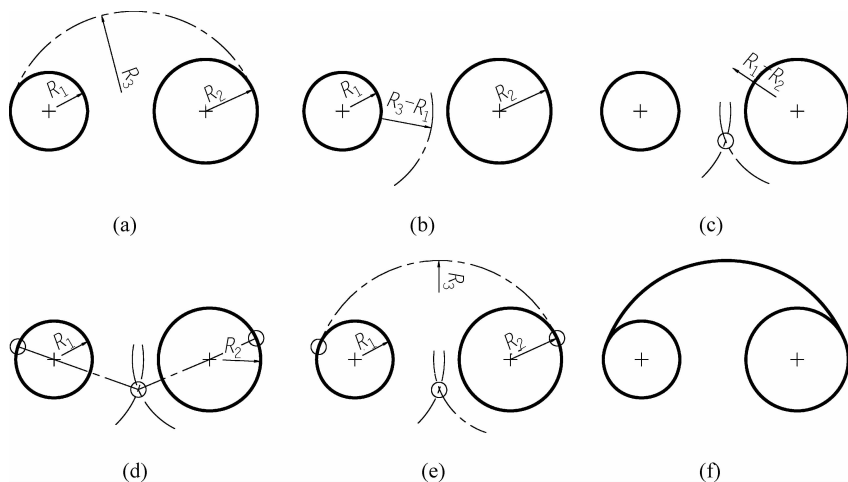


图 3-4 圆弧与两圆弧同时内切连接

## 2. 圆弧与两圆弧同时外切连接

### 1) 作图原理

(1) 求圆心。分别以两圆圆心为圆心,以各自半径与圆弧半径之和为半径作圆,两圆的交点为连接圆弧的圆心。

(2) 求切点。连接圆心和两圆弧中心分别相交于两圆弧,两交点即为切点。

(3) 圆弧连接。以圆心为中心,两个切点为起始点和终止点画圆弧,完成圆弧和两圆弧同时外切连接。

### 2) 作图步骤

作图步骤如图 3-5 所示。

## 3. 圆弧与两圆弧内切和外切连接

### 1) 作图原理

(1) 求圆心。以  $R_1$  圆圆心为圆心,以  $R_1 + R_3$  为半径作圆;以  $R_2$  圆圆心为圆心以



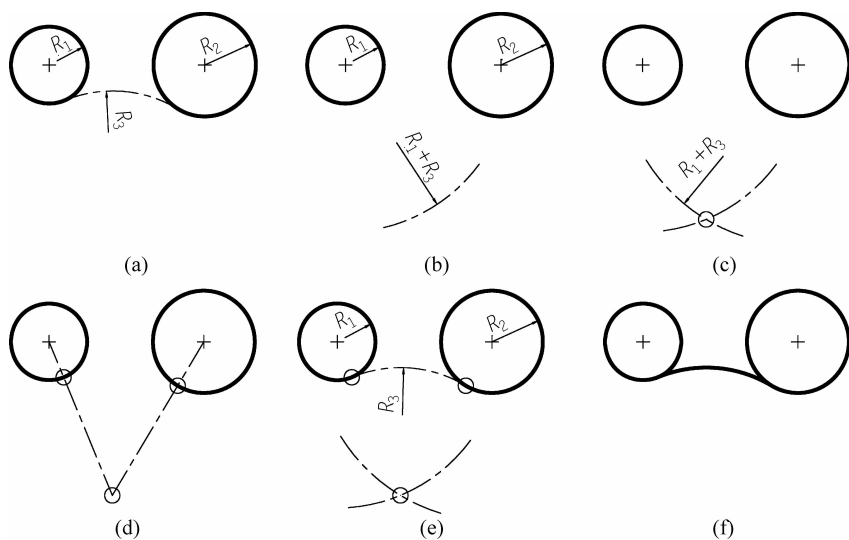


图 3-5 圆弧与两圆弧同时外切连接

$R_3 - R_2$  为半径作圆, 两新圆的交点为连接圆弧的圆心。

(2) 求切点。连接圆心和  $R_1$  圆圆心相交于圆, 连接圆心和  $R_2$  圆圆心并延长相交于圆, 两交点即为切点。

(3) 圆弧连接。以圆心为中心, 两个切点为起始点和终止点画圆弧, 完成圆弧和两圆弧同时外切连接。

## 2) 作图步骤

作图步骤如图 3-6 所示。

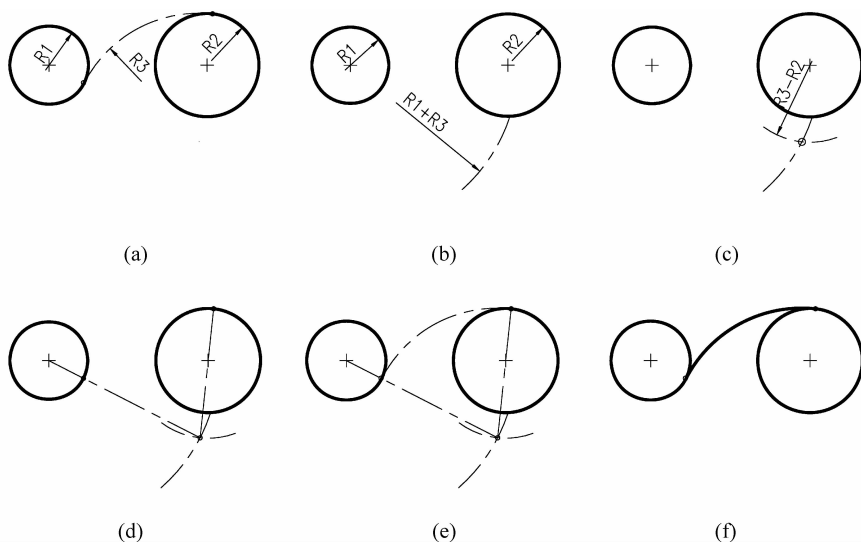


图 3-6 圆弧与两圆弧内切和外切连接

3.2 圆弧线段分析

根据圆弧已知参数的不同,圆弧分为以下三类。

1. 已知圆弧

半径和圆心位置的两个定位尺寸均为已知的圆弧。根据图中所注尺寸直接画出。

2. 中间圆弧

已知半径和圆心的一个定位尺寸的圆弧。它需在其一端连接的线段或圆弧画出后,才能确定其圆心位置。

3. 连接圆弧

只已知半径尺寸,而无圆心的两个定位尺寸的圆弧。它需要在其两端相连接的线段或圆弧画出后,通过作图才能确定其圆心位置。

下面以吊钩圆弧线段分析为例,如图 3-7 所示。

- (1) 已知圆弧尺寸 R32,φ27。
- (2) 中间圆弧尺寸 R27,R15。
- (3) 连接圆弧尺寸 R28,R40,R3。

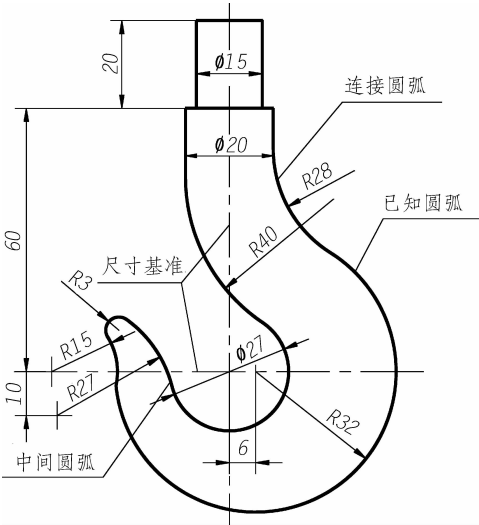


图 3-7 圆弧线段分析

3.3 涉及的主要 CAD 命令

3.3.1 绘图命令

1. 圆工具

绘制一个圆一般需要指定一个圆心并确定半径长度。在 AutoCAD 2012 菜单中有“圆”命令。

“圆”命令中有六种作圆方式,以圆心半径方式为例。

命令获取方法如表 3-2 所示。

表 3-2 圆心半径方式命令获取方法

| 菜 单             | 工具条                                                                                        | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行    |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|--------|
| “绘图”→“圆”→“圆心半径” | <br>... | c   | N/A  | circle |

“圆”命令作圆。首先选择作圆方式,然后单击选择指定圆的圆心,并输入指定圆的半径,即可完成圆操作。绘圆命令一览表如表 3-3 所示。

命令: `_circle`  
指定圆的圆心或 [三点 (3P)/两点 (2P)/切点、切点、半径 (T)] :  
指定圆的半径或 [直径 (D)] : 5

表 3-3 绘圆命令一览表

| 菜 单            | 工具条                                                                               | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行    |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|------|--------|
| “圆心”、“半径”      |  | c   | N/A  | circle |
| “ 圆心”、“直径”     |  | c   | N/A  | circle |
| “两点”           |  | c   | N/A  | circle |
| “三点”           |  | c   | N/A  | circle |
| “相切”、“相切”、“半径” |  | c   | N/A  | circle |
| “相切”、“相切”、“相切” |  | c   | N/A  | circle |

2. 圆弧工具

圆弧是圆的一部分,绘制圆弧一般需要指定三个点即起点、圆弧上一点和圆弧的端点。在 AutoCAD 2012 菜单中有“圆弧”命令,“圆弧”命令有 10 种作圆弧方式。以三点方式为例,命令获取方法如表 3-4 所示。

表 3-4 三点方式命令获取方法

| 菜 单            | 工具条                                                                                        | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行 |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|
| “绘图”→“圆弧”→“三点” | <br>... | a   | N/A  | arc |

“圆弧”命令作圆弧。首先选择作圆弧方式(一般选择三点方法)。圆弧命令一览表如表 3-5 所示。

命令: `_arc`  
指定圆弧的起点或 [圆心 (C)] :  
指定圆弧的第二个点或 [圆心 (C)/端点 (E)] :  
指定圆弧的端点:

表 3-5 圆弧命令一览表

| 菜 单            | 工具条                                                                                 | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行 |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|
| “三点”           |  | a   | N/A  | arc |
| “起点”、“圆心”、“端点” |  | a   | N/A  | arc |

续表

| 菜 单            | 工具条                                                                               | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行 |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----|
| “起点”、“圆心”、“角度” |  | a   | N/A  | arc |
| “起点”、“圆心”、“长度” |  | a   | N/A  | arc |
| “起点”、“端点”、“角度” |  | a   | N/A  | arc |
| “起点”、“端点”、“方向” |  | a   | N/A  | arc |
| “起点”、“端点”、“半径” |  | a   | N/A  | arc |
| “圆心”、“起点”、“端点” |  | a   | N/A  | arc |
| “圆心”、“起点”、“角度” |  | a   | N/A  | arc |
| “圆心”、“起点”、“长度” |  | a   | N/A  | arc |

3.3.2 编辑命令

1. 删除工具

在 AutoCAD 2012 菜单中有“删除”命令。获取方法如表 3-6 所示。

表 3-6 “删除”命令获取方法

| 菜 单       | 工具条                                                                               | 快捷键 | 快捷菜单                                                                              | 命令行   |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| “修改”→“删除” |  | e   |  | erase |

命令：\_erase  
选择对象：找到 1 个  
选择对象：

在 CAD 中常使用一些简单命令使我们更快捷地完成作图,以此来提高我们的工作效率。以下是几种常用的删除快捷键。

- (1) Delete。选择或框取自己需要删除的线然后按 Delete 键。
- (2) Ctrl+X。选择或框取自己需要删除的线然后按 Ctrl+X 键。

2. 阵列工具

在作图过程中,经常会遇到几个相同的图形阵列的情况。在 AutoCAD 2012 中,阵列有环形阵列和矩形阵列两种形式。在修改工具有“阵列”命令。“阵列”命令获取方法如表 3-7 所示。

表 3-7 “阵列”命令获取方法

| 菜 单       | 工具条                                                                                 | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行   |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-------|
| “修改”→“阵列” |  | ar  | N/A  | array |

“阵列”命令使对象成矩形或环形排列。首先鼠标点击选择需要阵列的对象,然后击右键再选择阵列中心即可完成阵列操作。

命令: `_array`  
选择对象: 找到 1 个  
选择对象:  
指定阵列中心点:

### 3.3.3 标注命令

#### 1. 标注工具

AutoCAD 2012 菜单中“标注”工具里有各种尺寸标注命令。  
“标注”工具可以简单快捷地完成线性标注、角度标注、圆心标注和公差、引线等标注。根据自己的需要选择标注命令对所选择对象进行相应的尺寸标注。以线性的标注为例,其命令获取方法如表 3-8 所示。

表 3-8 线性标注命令获取方法

| 菜 单       | 工具条                                                                               | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-----------|
| “标注”→“线性” |  | dli | N/A  | dimlinear |

“线性”命令对所选对象进行快捷标注。首先分别单击选择指定第一二条延伸线的原点,然后指定尺寸线位置即可完成线性标注操作。一般常用标注命令获取方法如表 3-9 所示。

命令: `_dimlinear`  
指定第一条延伸线原点或 <选择对象>:  
指定第二条延伸线原点:  
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)]:  
标注文字=5.0

表 3-9 一般常用标注命令获取方法

| 菜 单  | 工具条                                                                                 | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|-------------|
| “线性” |  | dli | N/A  | dimlinear   |
| “半径” |  | dra | N/A  | dimradius   |
| “直径” |  | ddi | N/A  | dimdiameter |
| “角度” |  | dan | N/A  | dimangular  |
| “弧长” |  | dar | N/A  | dimarc      |

2. 文字工具

在 AutoCAD 2012 菜单中有“文字”命令。以多行文字为例,其命令获取方法如表 3-10 所示。

表 3-10 多行文字命令获取方法

| 菜 单       | 工具条      | 快捷键 | 快捷菜单 | 命令行   |
|-----------|----------|-----|------|-------|
| “绘图”→“文字” | <b>A</b> | mt  | N/A  | mtext |

“文字”命令可以对我们需要地方添加描述或者完成自己需要设定的尺寸标注等。首先设定所需文字样式、注释性等,然后单击选择文字所处区域的第一角点和对角点即可完成文字操作。

命令: \_mtext  
当前文字样式: "PC\_TEXTSTYLE" 文字高度: 5.0000 注释性: 否  
指定第一角点:  
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)]:

文字编辑中常用标注符号的输入法: 首先单击 **A** 按钮出现如图 3-8 所示图框,然后单击  按钮出现各标注符号输入法。一般标注符号输入法如表 3-11 所示。



图 3-8 “文字格式”界面

表 3-11 一般标注符号输入法

| 菜 单      | 输入法     | 菜 单     | 输入法              |
|----------|---------|---------|------------------|
| “度数”(D)  | %%d     | “初始长度”  | \U+E200          |
| “正/负”(p) | %%p     | “界碑线”   | \U+E102          |
| “直径”(I)  | %%c     | “不相等”   | \U+2260          |
| “几乎相等”   | \U+2248 | “欧姆”    | \U+2126          |
| “角度”     | \U+2220 | “欧米加”   | \U+03A9          |
| “边界线”    | \U+E100 | “地界线”   | \U+214A          |
| “中心线”    | \U+2104 | “下标 2”  | \U+2082          |
| “差值”     | \U+0394 | “平方”    | \U+00B2          |
| “电相角”    | \U+0278 | “立方”    | \U+00B3          |
| “流线”     | \U+E101 | “不间断空格” | Ctrl+shift+Space |
| “恒等于”    | \U+2261 |         |                  |

## 3.4 平面图形绘制实训

### 3.4.1 平面图形绘制实训之一

实训之一平面图形如图 3-9 所示。

作图步骤：

- (1) 建立相应图层和样式等。
- (2) 根据所给的尺寸画出中心线,如图 3-10 所示。

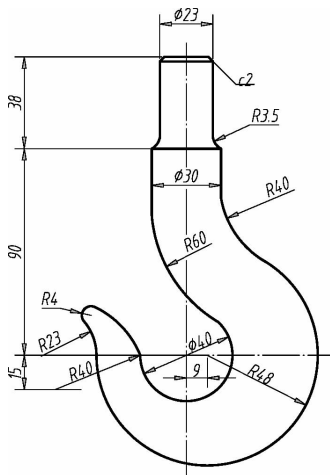


图 3-9 平面图形绘制实训一

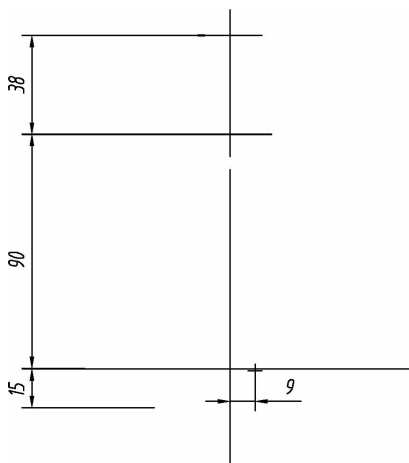


图 3-10 中心线图

- (3) 根据所给的定形尺寸画出已知线段,如图 3-11 所示。
- (4) 在相应位置作出各个所需圆完成已知圆弧和中间圆弧,如图 3-12 所示。

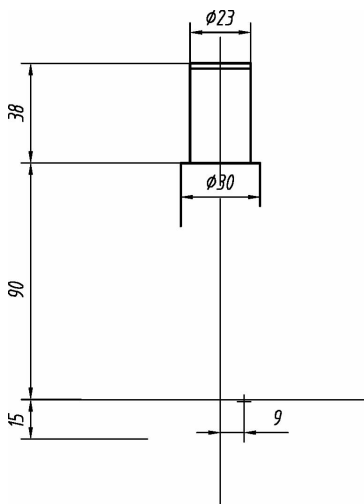


图 3-11 已知线段图

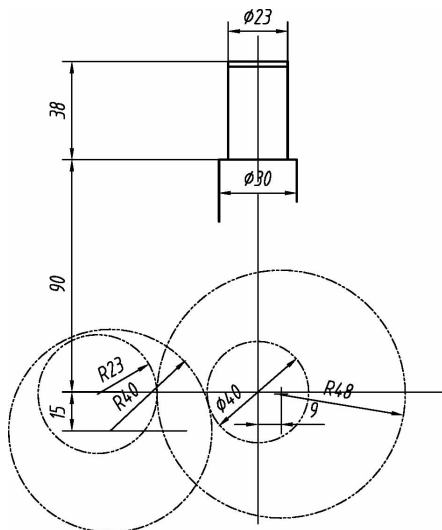


图 3-12 已知圆弧、中间圆弧图

(5) 对需要倒角倒圆的部分进行处理,完成连接圆弧,如图 3-13 所示。

(6) 对 R40 和 R23 的圆进行倒 R4 圆角处理,完成最后的连接圆弧然后删除多余的线段,如图 3-14 所示。

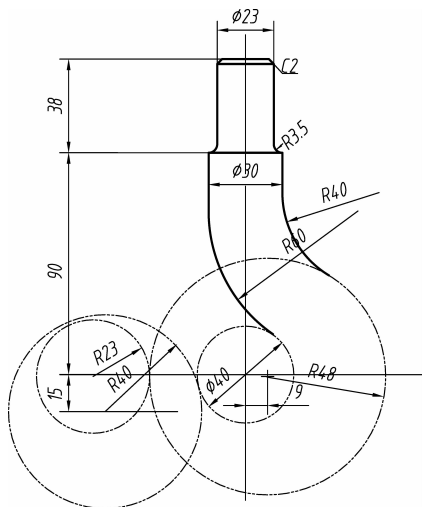


图 3-13 部分连接圆弧完成图

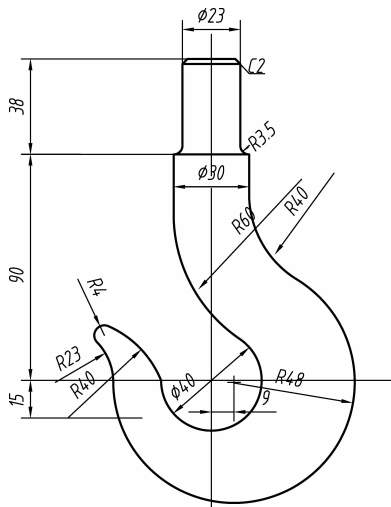


图 3-14 实训一完成图

### 3.4.2 平面图形绘制实训之二

实训之二平面图形如图 3-15 所示。

作图步骤:

- (1) 建立相应图层和样式等。
- (2) 根据所给的尺寸画出中心线和辅助圆弧等,如图 3-16 所示。

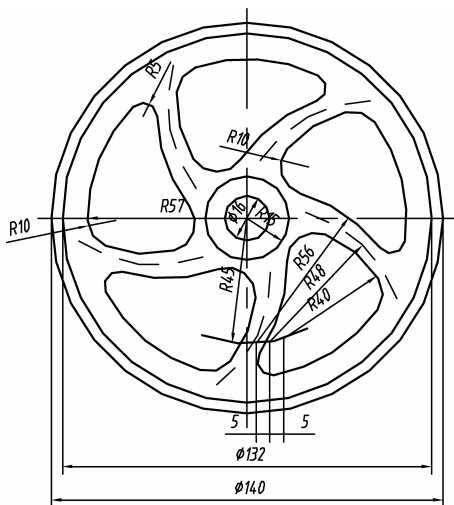


图 3-15 平面图形实训二

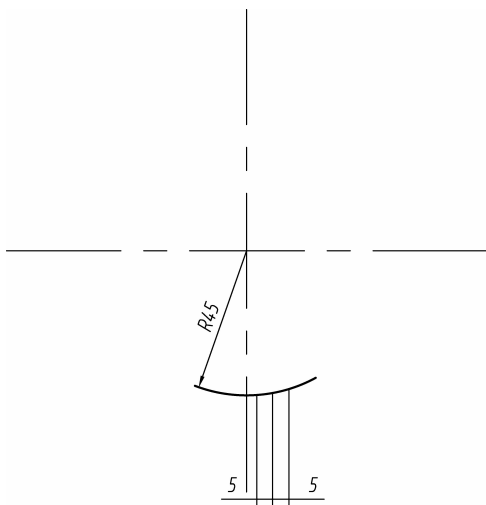


图 3-16 初始辅助图



(3) 观察所给图形,可以发现该图可以先作出其中一个扇形图再运用阵列命令实现作图。首先作出  $R45$  的圆,过该圆圆心作一条直线与圆边相交,再把直线偏移  $5\text{mm}$ ,两次一共得到与圆相交的三个交点。再分别以三交点为圆心作出相应的圆,另外作出  $R57$  的圆,完成已知圆弧,如图 3-17 所示。

(4) 将  $R56$  的圆旋转  $-72^\circ$ ,得到如图 3-18 所示图形。

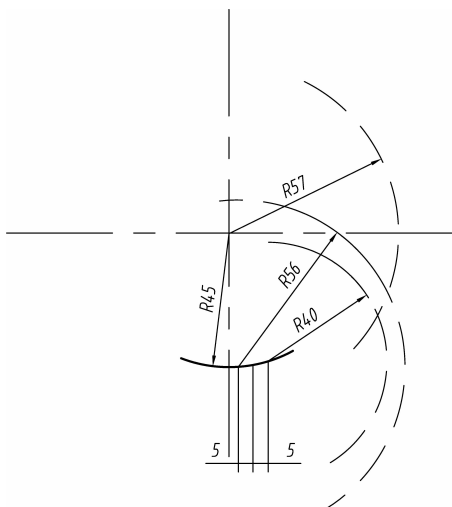


图 3-17 扇形主要部分初始图

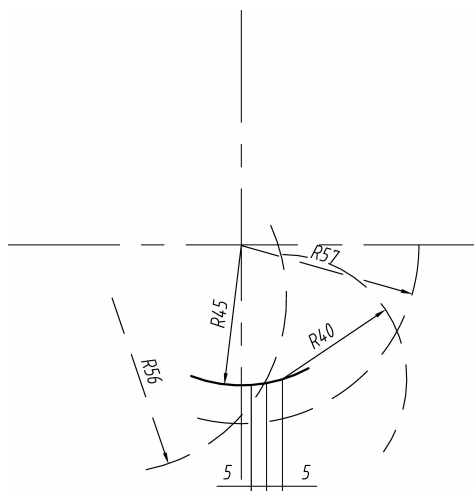


图 3-18 扇形初始形成图

(5) 作相应的倒圆角,完成连接圆弧,如图 3-19 所示。

(6) 删除多余线段,然后进行阵列命令,如图 3-20 所示。

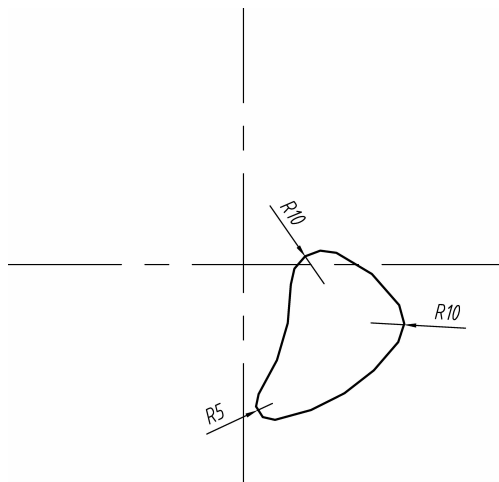


图 3-19 扇形完成图

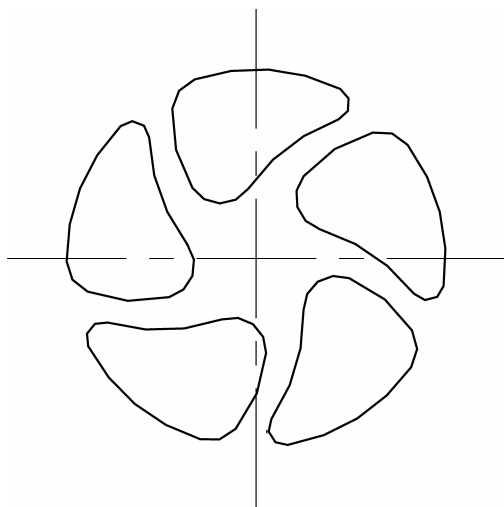


图 3-20 完整扇形图

(7) 在图示位置作  $R48$  的圆弧然后进行阵列命令,如图 3-21 所示。

(8) 作  $\phi 16$ 、 $\phi 30$ 、 $\phi 132$  和  $\phi 140$  的圆并完成标注完成图形,如图 3-22 所示。

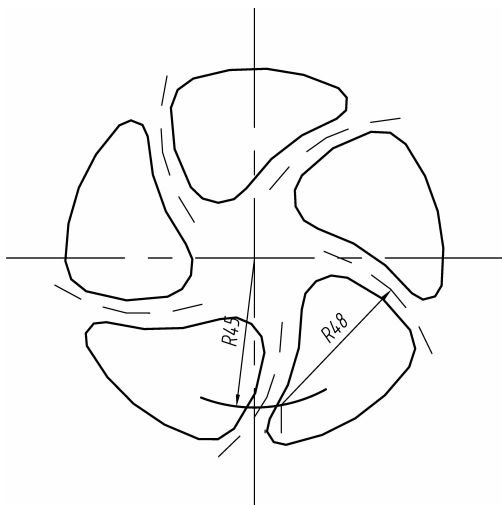


图 3-21 主要部分完成图

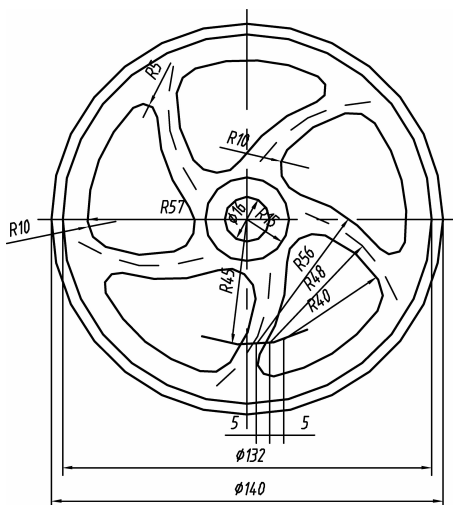


图 3-22 实训二完成图

### 3.4.3 平面图形绘制实训之三

实训之三平面图形如图 3-23 所示。

作图步骤：

- (1) 建立相应图层和样式等。
- (2) 根据所给的尺寸画出中心线,如图 3-24 所示。

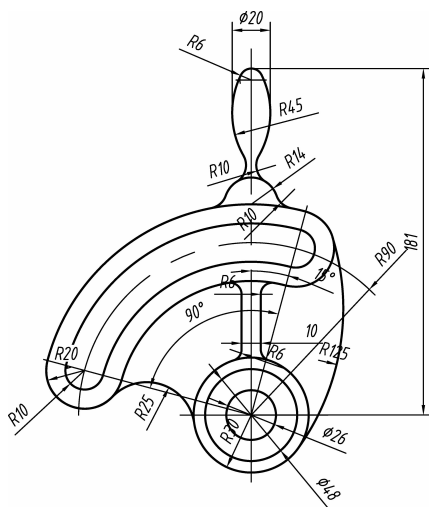


图 3-23 平面图形实训三

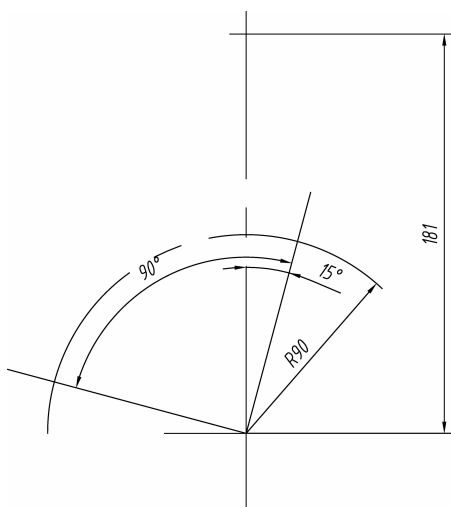


图 3-24 初始辅助图

(3) 首先在相应的位置作出  $R30$ 、 $\phi 26$ 、 $\phi 48$ 、 $R10$  和  $R20$  的圆,然后利用圆弧工具作出相应四段圆弧,完成部分已知圆弧并删除多余线段,如图 3-25 所示。

(4) 在相应位置作出如图 3-26 所示的圆,并作出距离为 10 的两条直线,如图 3-26 所示。



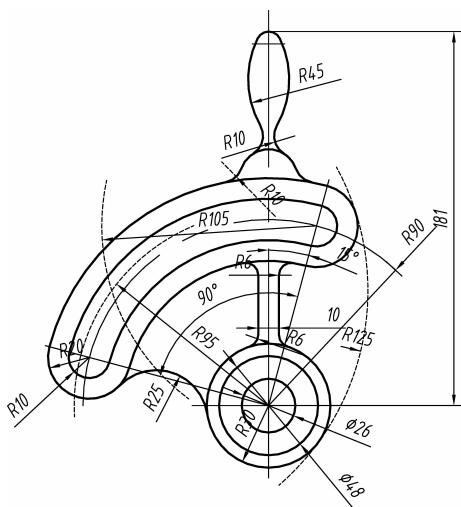


图 3-29 R125 连接圆弧完成图

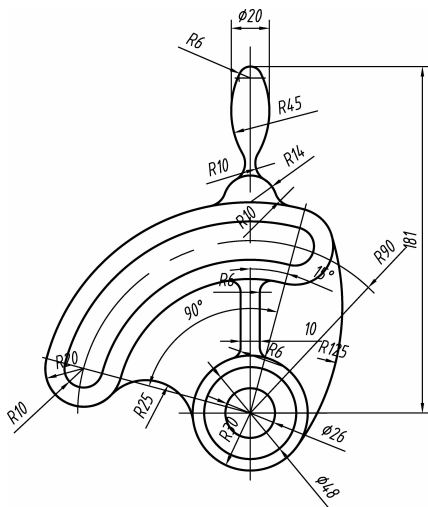


图 3-30 实训三完成图

### 3.5 强化实训

作图准备

- (1) 设置 A3 图幅,在标题栏填写姓名和学号,字高 7mm。
- (2) 尺寸标注按图 3-31~图 3-43 中格式。尺寸参数:字高为 3.5mm,箭头长度为 3mm,尺寸界线延伸长度为 2mm,其余参数使用系统缺省设置。
- (3) 分层绘图。图层、颜色、线型要求如表 3-12 所示。

表 3-12 分层绘图要求

| 层 名 | 颜 色 | 线 型 | 用 途  |
|-----|-----|-----|------|
| 0   | 黑白  | 实线  | 粗实线  |
| 1   | 红   | 实线  | 细实线  |
| 2   | 洋红  | 虚线  | 虚线   |
| 3   | 紫   | 点划线 | 中心线  |
| 4   | 蓝   | 实线  | 尺寸标注 |
| 5   | 蓝   | 实线  | 文字   |

其余参数使用系统缺省设置。另外需要建立的图层,请大家自行设置。

- (4) 将所作图形存在一个文件中,均匀布置在边框内。存盘前使图框充满屏幕,文件名采用姓名+学号。

根据要求完成如图 3-31~图 3-43 所示平面图形。

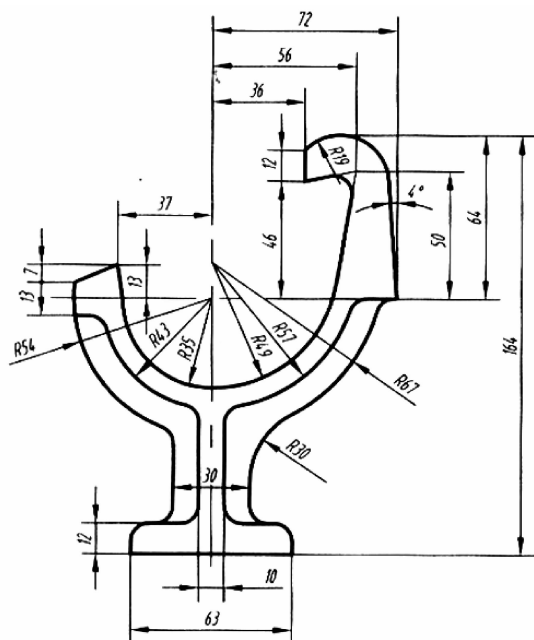


图 3-31 平面图形 1

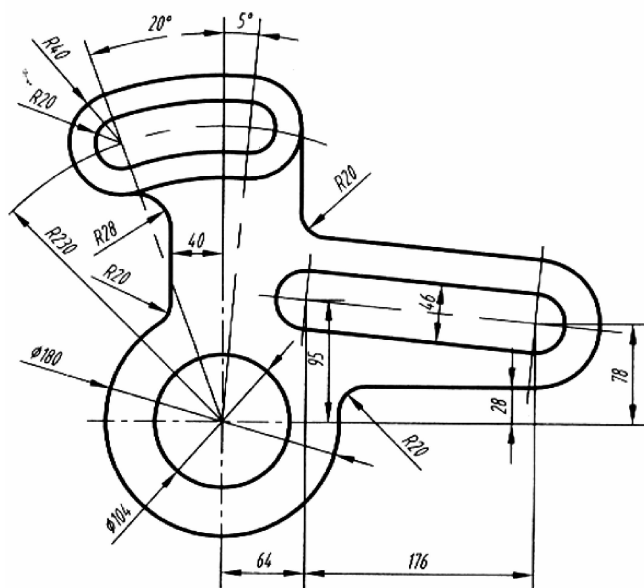


图 3-32 平面图形 2



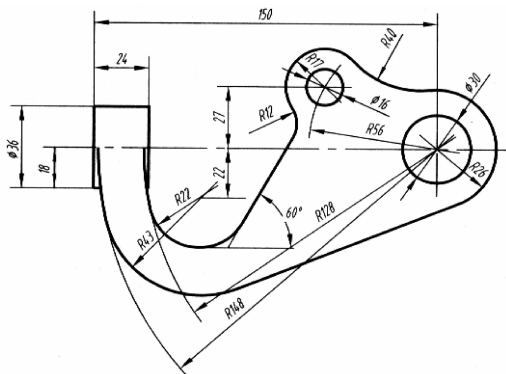


图 3-36 平面图形 6

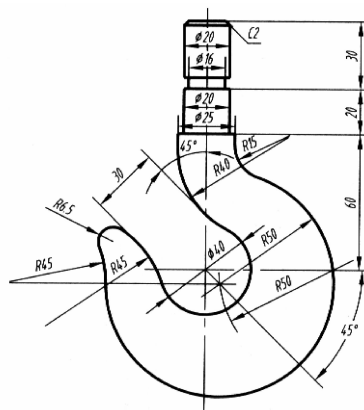


图 3-37 平面图形 7

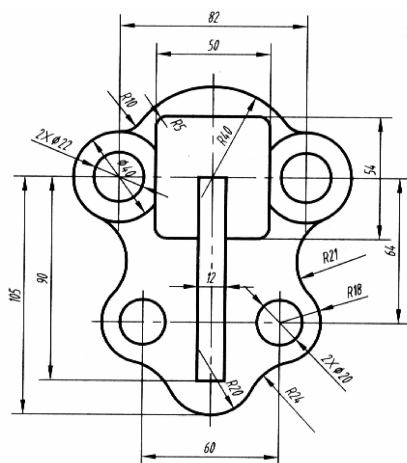


图 3-38 平面图形 8

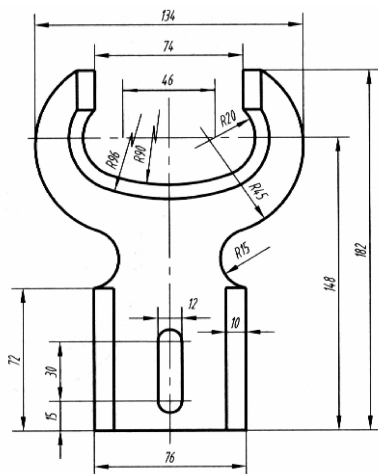


图 3-39 平面图形 9

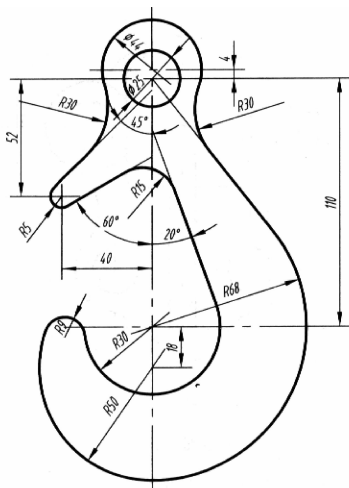


图 3-40 平面图形 10

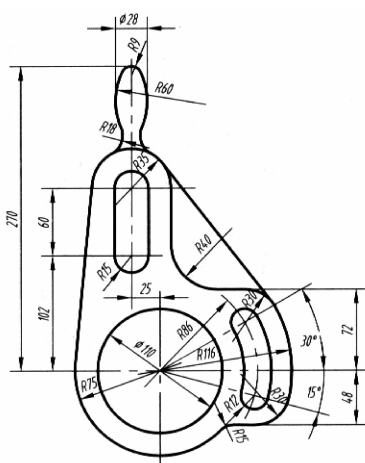


图 3-41 平面图形 11

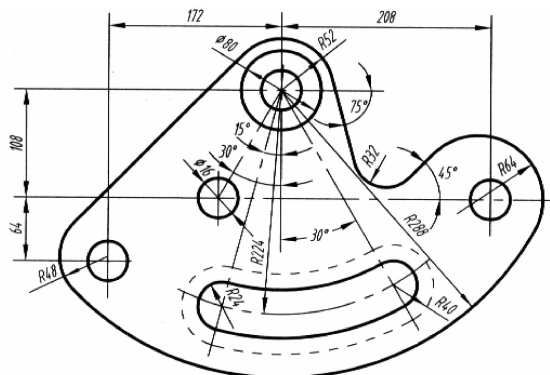


图 3-42 平面图形 12

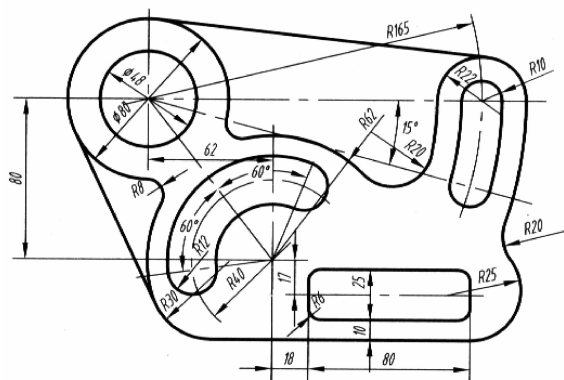


图 3-43 平面图形 13