

**职业教育专业技能规划教材**

机电类理实一体化系列

# 钳工工艺与技能训练

(初、中级)

|       |     |     |     |  |
|-------|-----|-----|-----|--|
| 主 编   | 杨海斌 |     |     |  |
| 副 主 编 | 郑新浪 | 杨国才 |     |  |
| 编 委   | 刘 翔 | 姜煜春 | 陈 坚 |  |
|       | 顾成军 | 王 强 | 王志远 |  |
|       | 金亦兵 | 刘树尚 |     |  |
| 主 审   | 蔡文汉 |     |     |  |
| 副 主 审 | 刘 锋 | 王春阳 |     |  |

中国矿业大学出版社

# 前 言

为贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神,坚持以就业为导向的职业教育办学方针,确立以培养高技能人才为目标,结合我国职业资格准入制度的需要,我们以项目训练为载体,以传授项目所需的知识为目的,以任务驱动教学法为手段来实施一体化、模块化技能实训教学。我们组织了一批经验丰富、实践能力强的知名教师和企业、行业一线专家开发了各类理实一体化系列的技能培训教材,内容涉及电子、电工、数控、车工、钳工、焊工、汽车构造与维修、市场营销、计算机 Photoshop 图像处理等方面。

在系列教材的编写过程中,我们贯彻了以下原则:

**1. 参照国家标准,贴近职业规范。**每个专业包含“初级、中级、高级、技师”中的不同模块,在每一模块内精选典型性、针对性强的训练项目,切实落实“是什么,怎么做”的教学指导思想。做到“管用、够用、适用”。

**2. 坚持实践为主,力求学以致用。**教材体现以技能训练为主线、相关知识为支撑的编写思路,较好地处理了理论教学与技能训练的关系。既有利于帮助学生掌握知识、形成技能、提高能力;也可帮助广大职业学校理论教师训练技能、实习老师进修专业理论,加速向一体化教师过渡,满足当前职业学校“双师型”教师需求。

**3. 技能培训考核,专职业余兼顾。**本系列教材是一套技术等级考核的培训教程。全书每一技术等级模块中的训练项目严格按国家职业标准划分。既可供在校学生参加技术资格鉴定和等级工培训考核使用,也可作为企业在职职工考试晋级的必备教材。

**4. 突显最新技艺,满足社会需求。**本系列教材以新技术、新设备、新材料、新工艺为依托,缩短学校教育与企业需求之间的距离,能更好地满足企业的用人需求。

上述教材在编写过程中,得到了有关企业及高等职业技术学院的大力支持,教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作,在此我们表示衷心的感谢!同时,恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议,以便修订时加以完善。

系列教材之《钳工工艺与技能训练》,分为初中级和高级两册。主要内容包括:初级、中级、高级所需的锉、锯、孔加工、研磨、模具的设计、模具的装配与调整、夹具的设计、齿轮滚刀制作工艺、典型工件的工艺分析、典型工件的制作等操作技能的讲解和指导。

本书为中职、中专、技校、高职机电类专业学生钳工工艺技能训练与考核的教材,也可作为其他性质的学校及企业职工训练考级的专业教材。

本书由杨海斌主编,由郑新浪、杨国才任副主编,参加编写的有刘翔、姜煜春、陈坚、顾成军、王强、王志远、金亦兵、刘树尚等。由蔡文汉主审,由刘锋、王春阳副主审。

系列教材编委会

E-mail: wfjyts@163.com

# 目 录

## 模块一 初级钳工工艺及技能训练

|             |      |
|-------------|------|
| 项目一 画线技术    | (1)  |
| 任务一 画线工具的使用 | (1)  |
| 任务二 画线基准的选择 | (7)  |
| 任务三 六等分圆周   | (15) |
| 项目二 錾削技术    | (20) |
| 任务一 錾子的刃磨   | (20) |
| 任务二 錾削姿势训练  | (27) |
| 任务三 錾削平面训练  | (32) |
| 任务四 錾直槽和油槽  | (36) |
| 项目三 锯削技术    | (43) |
| 任务一 锯削姿势训练  | (43) |
| 任务二 中板的锯削   | (50) |
| 任务三 薄壁件的锯削  | (53) |
| 项目四 锉削技术    | (57) |
| 任务一 平面锉削    | (57) |
| 任务二 平行面锉削   | (65) |
| 任务三 垂直面锉削   | (70) |
| 任务四 四方体加工   | (74) |
| 项目五 孔加工技术   | (78) |
| 任务一 钻床的调节   | (78) |
| 任务二 刃磨麻花钻   | (83) |
| 任务三 中板钻孔训练  | (89) |
| 项目六 简单形体加工  | (97) |
| 任务一 制作錾口锤子  | (97) |

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| 任务二 六角加工·····             | (102)        |
| 任务三 燕尾块加工·····            | (118)        |
| <b>项目七 简单配合工件的制作·····</b> | <b>(124)</b> |
| 任务一 开式四方锉配·····           | (124)        |
| 任务二 角度锉配·····             | (128)        |
| 任务三 梯形板副锉配·····           | (132)        |
| <b>附录 初级钳工技能考核题库·····</b> | <b>(140)</b> |
| 理论题库·····                 | (140)        |
| 钳工初级理论知识试卷参考答案·····       | (170)        |
| 技能题库·····                 | (172)        |

## 模块二 中级钳工工艺及技能训练

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| <b>项目一 刮削技术·····</b>     | <b>(184)</b> |
| 任务一 刃磨刮刀·····            | (184)        |
| 任务二 显示剂的调和与研点·····       | (188)        |
| 任务三 刮削平面·····            | (191)        |
| 任务四 刮削平行面与垂直面·····       | (193)        |
| 任务五 刮削曲面·····            | (196)        |
| <b>项目二 研磨技术·····</b>     | <b>(200)</b> |
| 任务一 研磨剂的调和·····          | (200)        |
| 任务二 平面的研磨·····           | (202)        |
| 任务三 铰刀的研磨·····           | (204)        |
| <b>项目三 孔的特殊加工技术·····</b> | <b>(209)</b> |
| 任务一 钻精孔·····             | (209)        |
| 任务二 钻小孔·····             | (211)        |
| 任务三 钻斜孔·····             | (213)        |
| 任务四 钻半圆孔·····            | (215)        |
| 任务五 钻二联孔·····            | (217)        |
| 任务六 组合件之间钻孔·····         | (220)        |
| 任务七 配钻孔·····             | (221)        |
| <b>项目四 配合工件的制作·····</b>  | <b>(224)</b> |
| 任务一 长方体转位锉配·····         | (224)        |
| 任务二 圆弧直角锉配·····          | (227)        |

|     |                      |       |
|-----|----------------------|-------|
| 任务三 | 45°翻转锉配 .....        | (231) |
| 任务四 | 8 字形体锉配 .....        | (234) |
| 任务五 | 阶台圆弧锉配 .....         | (237) |
| 任务六 | 燕尾锉配 .....           | (240) |
| 附录  | 中级钳工技能考核题库 .....     | (243) |
|     | 理论题库 .....           | (243) |
|     | 钳工中级理论知识试卷参考答案 ..... | (268) |
|     | 技能题库 .....           | (270) |

附 中华人民共和国职业技能鉴定规范

|              |       |
|--------------|-------|
| 初级工具钳工 ..... | (294) |
| 中级工具钳工 ..... | (298) |

# 模块一 初级钳工工艺及技能训练

## 项目一 画线技术

### 任务一 画线工具的使用

#### 能力目标

- 正确使用画线工具。
- 掌握基本线条的画线方法。
- 画线尺寸的误差不大于±0.3 mm。

#### 知识目标

- 正确使用各种画线工具。
- 掌握各种线条的画法。

#### 任务引入

画线是机械加工中的重要工序之一,广泛用于单件或小批量生产。

利用画线工具在硬纸板上绘制平行线、垂直线和圆弧与圆弧、圆弧与直线的连接,并在线条和各相交点上进行打样冲样。

用尺规在硬纸板上作出图 1-1-1-1 所示图形,表 1-1-1-1 所列为实习件名称及其相关信息。

表 1-1-1-1 实习件名称及其相关信息

| 实习件名称 | 材料  | 件数    |
|-------|-----|-------|
| 硬纸板画线 | 硬纸板 | 1 件/人 |

#### 任务分析

本任务采用的是平面画线的方法,要完成任务,首先要了解平面画线要用到哪些工具、掌握各种画线工具的正确使用方法、运用各种画线工具进行绘制直线及圆弧等线条并通过训练达到一定的画线精度。

#### 必备知识

##### 1. 画线基础知识

###### (1) 画线

根据图样和技术要求,在毛坯或半成品上用画线工具画出加工界线,或画出作为基准的点、线的操作过程称为画线。

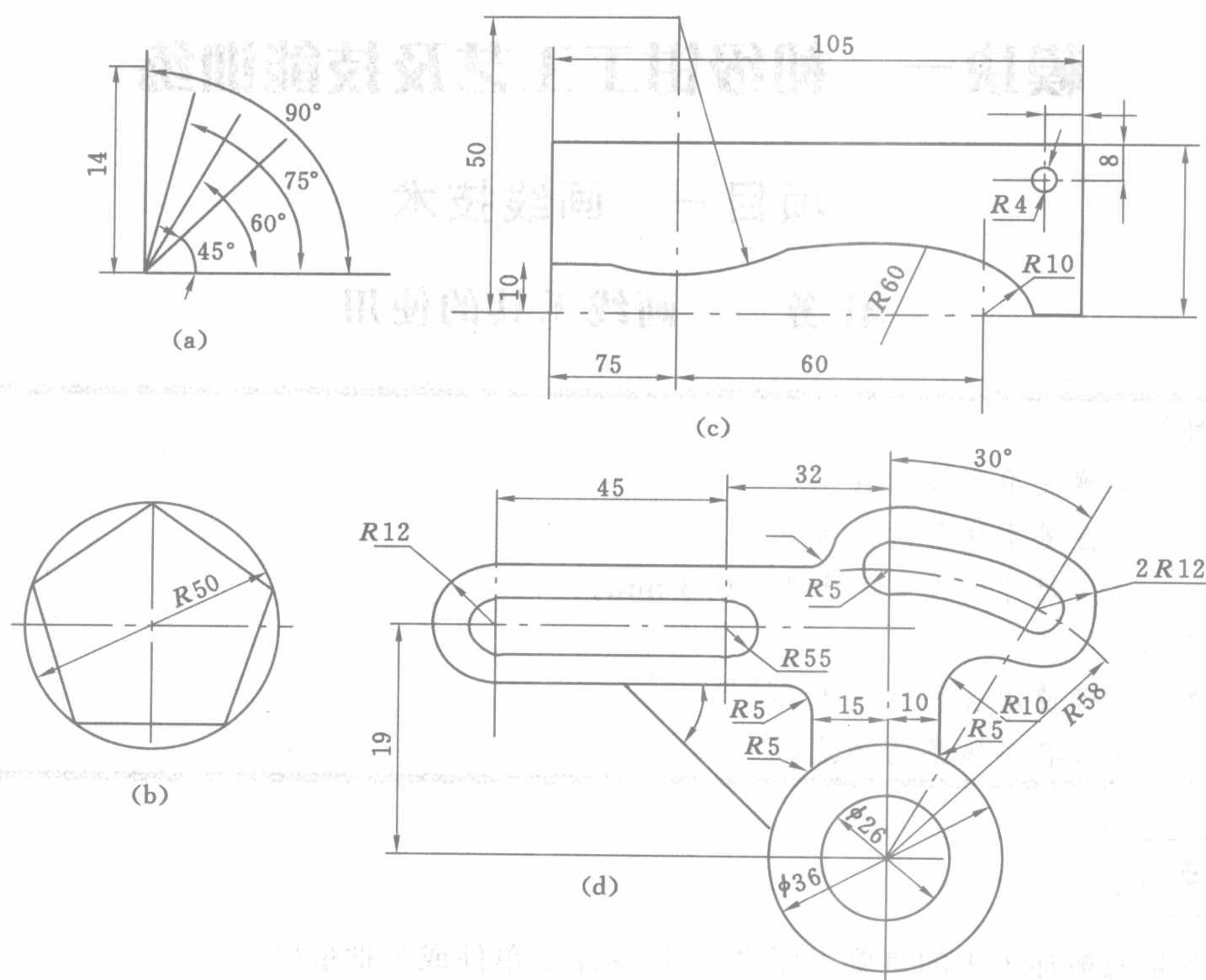


图 1-1-1-1

## (2) 画线的分类

画线有平面画线和立体画线两种。只需要在工件一个表面上画线后即能明确表示加工界线的,称为平面画线;需要在工件几个互成不同角度(一般是互相垂直)的表面上画线,才能明确表示加工界线的,称为立体画线。

## (3) 画线的基本要求

线条清晰均匀,定形、定位尺寸准确。

由于画线的线条有一定的宽度,一般要求画线精度达到  $0.25 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。应当注意,工件的加工精度(尺寸、形状精度)不能完全由画线确定,而应该在加工过程中通过测量来保证。

## 2. 长度单位

我国长度单位采用米制,它是十进制。机械工程上使用的米制长度单位的名称、符号和进位关系如下:

|   |    |    |    |               |
|---|----|----|----|---------------|
| 米 | 分米 | 厘米 | 毫米 | 微米            |
| m | dm | cm | mm | $\mu\text{m}$ |

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1\,000 \text{ mm} = 1\,000\,000 \mu\text{m}$$

长度的基准单位是米,但机械工程上所标注的米制尺寸,是以毫米为主单位,而且为了方便,图样上以毫米为单位的尺寸规定不注单位符号,如 100 即  $100 \text{ mm}$ , 0.03 即  $0.03 \text{ mm}$ 。

在工作中,有时还会遇到英制单位,其名称和进位关系为:1英尺=12英寸,1英寸=8英分。它的主单位是英寸,如3英分写成 $\frac{3}{8}$ 英寸,2英分写成 $\frac{1}{4}$ 英寸。

公英制单位的换算关系:1英寸=25.4 mm。

### 3. 画线工具的使用方法

#### (1) 画线平台

画线平台(又称画线平板)是由铸铁毛坯经精刨或刮削制成。其作用是用来安放工件和画线工具,并在平台工作面上完成画线过程。如图1-1-1-2所示。

画线时对平板工作面要注意仔细保护,保证其平整度及工作面清洁,防止碰伤划伤。为防止变形,平常应水平放置。

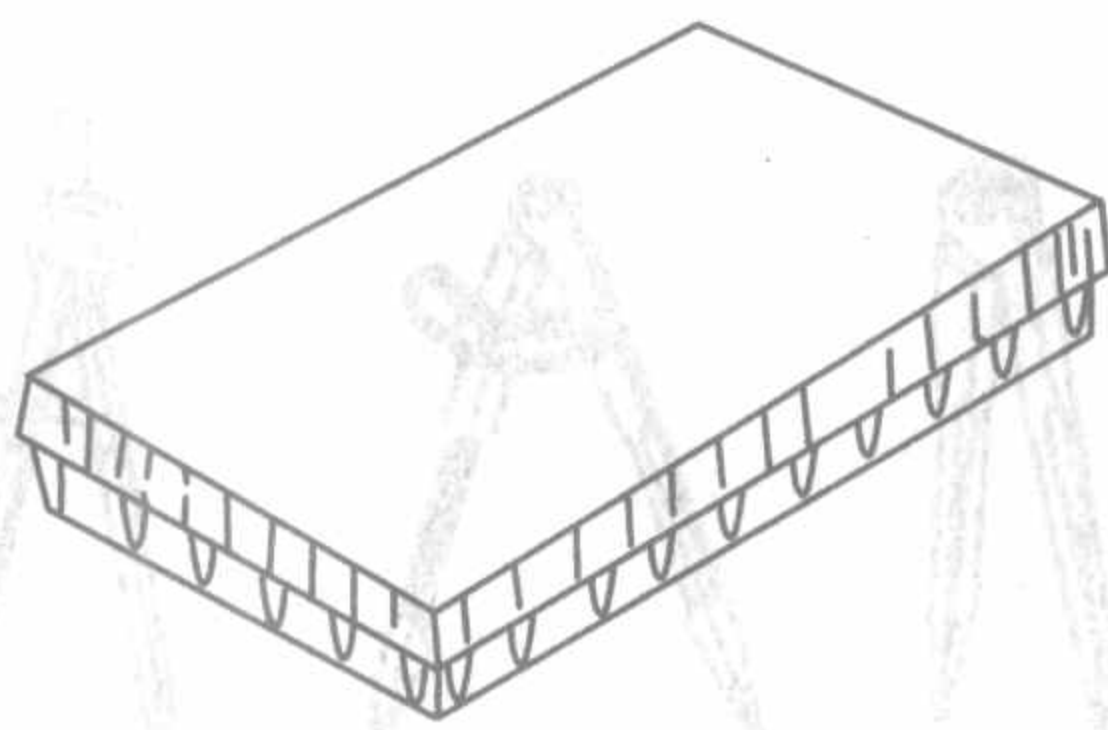


图 1-1-1-2 画线平台

#### (2) 画针

画针是直接画在毛坯或工件上画线的工具。在已加工表面上画线时常使用 $\phi 3 \sim \phi 5$  mm的弹簧钢丝或高速钢制成的画针,将画针尖部磨成 $15^\circ \sim 20^\circ$ ,并经淬火处理以提高其硬度和耐磨性。在铸件、锻件等表面上画线时,常用尖部焊有硬质合金的画针。如图1-1-1-3所示。

画针的使用方法如图1-1-1-4所示。

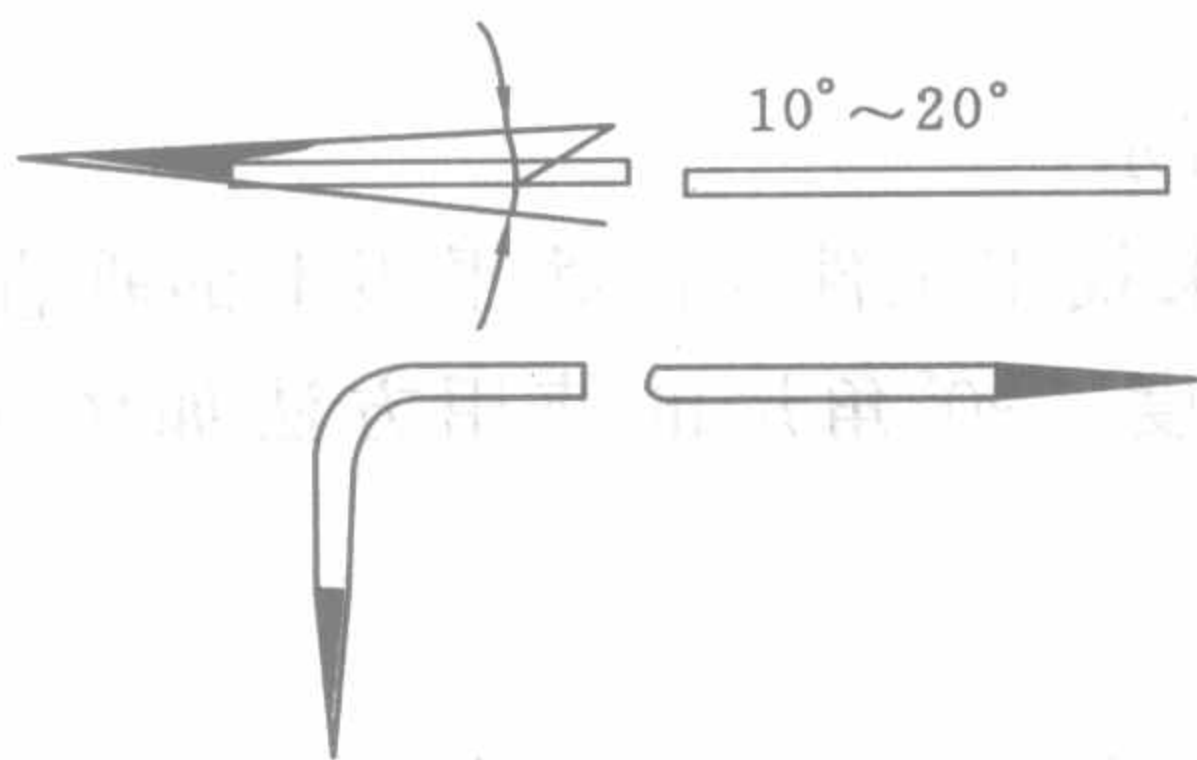


图 1-1-1-3 画针



图 1-1-1-4 画针的使用方法

#### (3) 画规

画规是用工具钢或中碳结构钢制成,用来画圆和圆弧、等分线段、等分角度和量取尺寸的工具。如图1-1-1-5所示。

画规两脚长度要磨得稍有不等,两脚合拢时脚尖才能靠紧,画圆弧时应将手力作用到作为圆心的一脚,以防中心滑移。

#### (4) 画线盘

画线盘如图1-1-1-6所示,是直接画线或找正工件位置的工具。

一般情况下,画针的直头用来画线,弯头用来找正工件。

#### (5) 游标高度尺

游标高度尺如图1-1-1-7所示,是比较精密的量具及画线工具。它可以用来测量高度,又可以用量爪直接画线。

#### (6) 钢直尺

钢直尺是一种简单的测量工具和画线的导向工具。

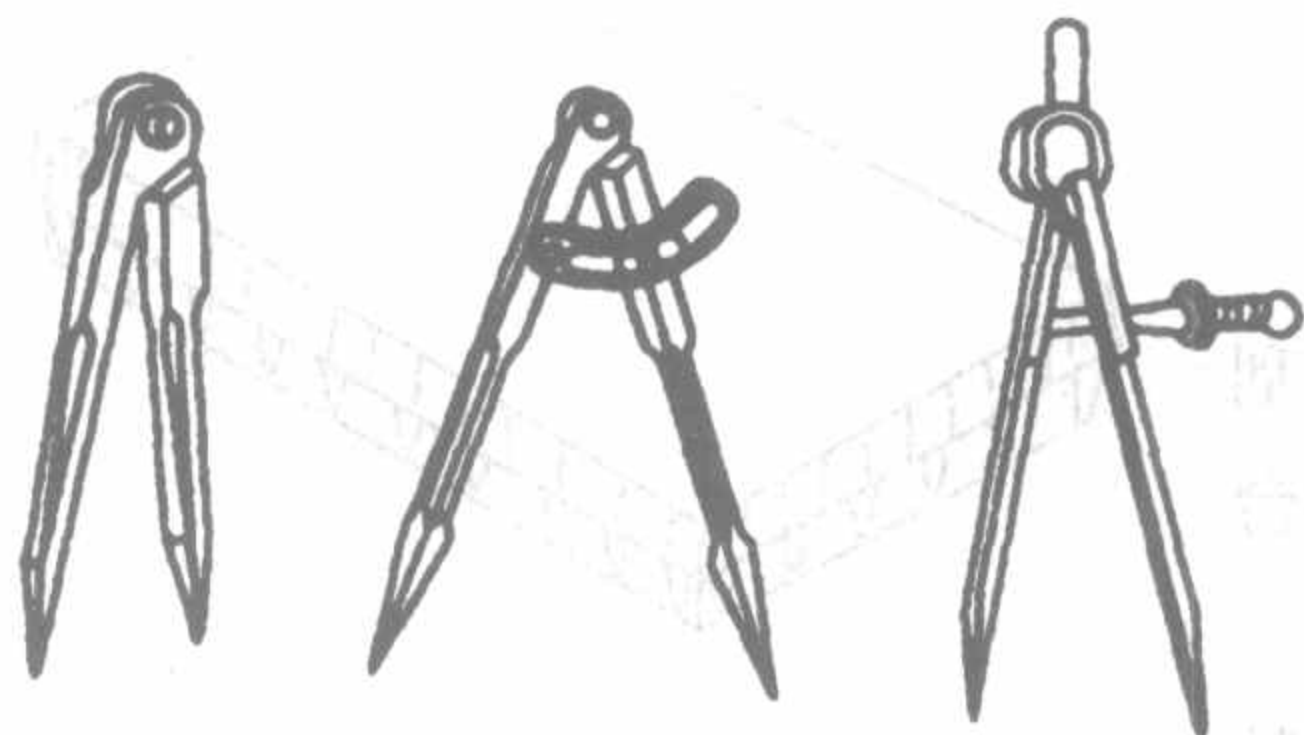


图 1-1-1-5 画规

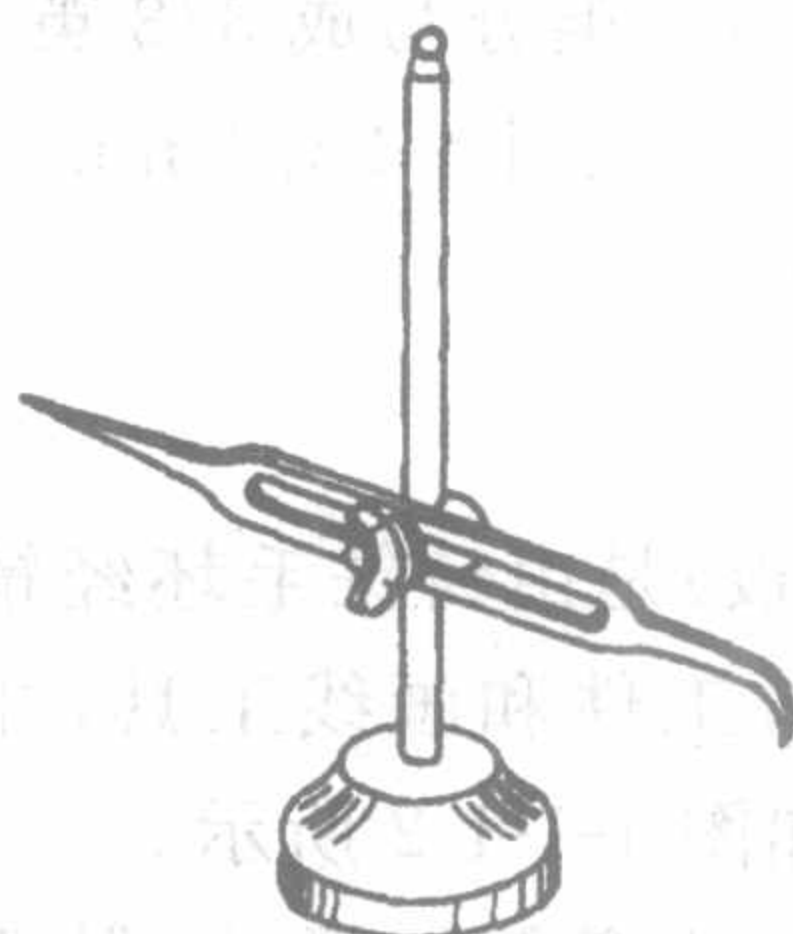


图 1-1-1-6 画线盘

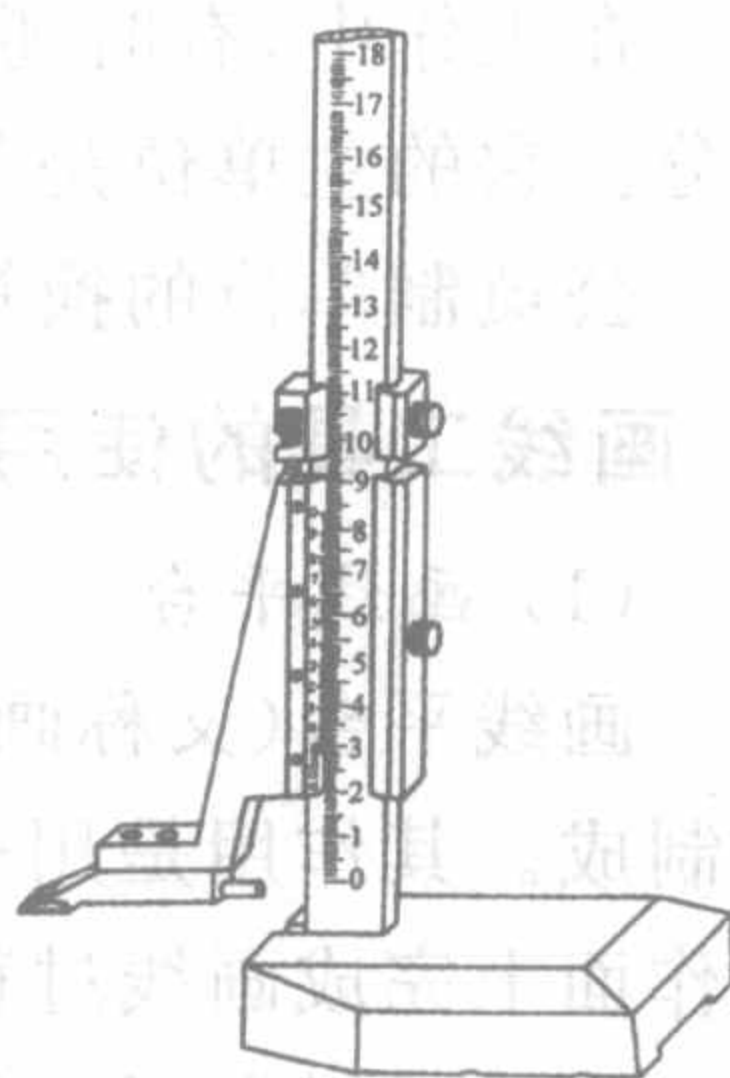


图 1-1-1-7 游标高度尺

使用注意要点:在用钢直尺和画针画连接两点的直线时,应先用画针和钢直尺定好后一点的画线位置,然后调整钢直尺与另一点的画线位置对准,再画出两点的连接直线;画线时针尖要紧靠导向工具的边缘,上部向外侧倾斜 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ,向画线移动方向倾斜约 $45^{\circ}\sim 75^{\circ}$ ,如图1-1-1-4所示;针尖要保持尖锐,画线要尽量一次画成,使画出的线条既清晰又准确;不用时,画针不能插在衣袋中,最好套上塑料管不使针尖外露。

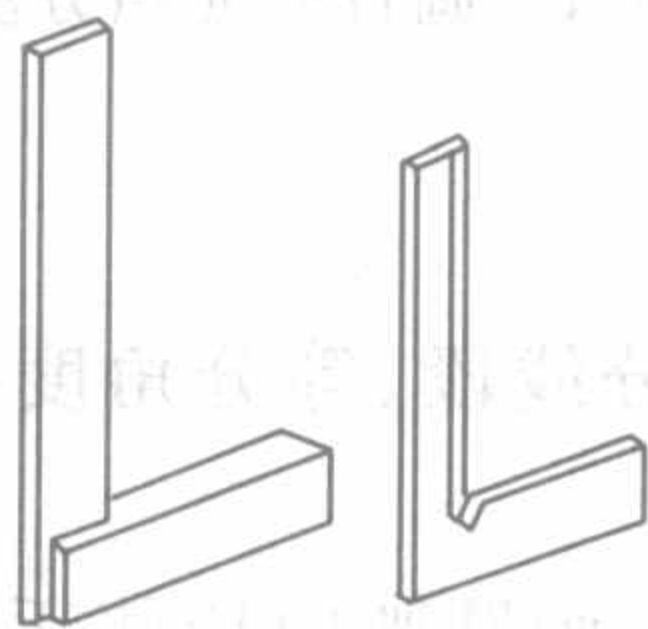
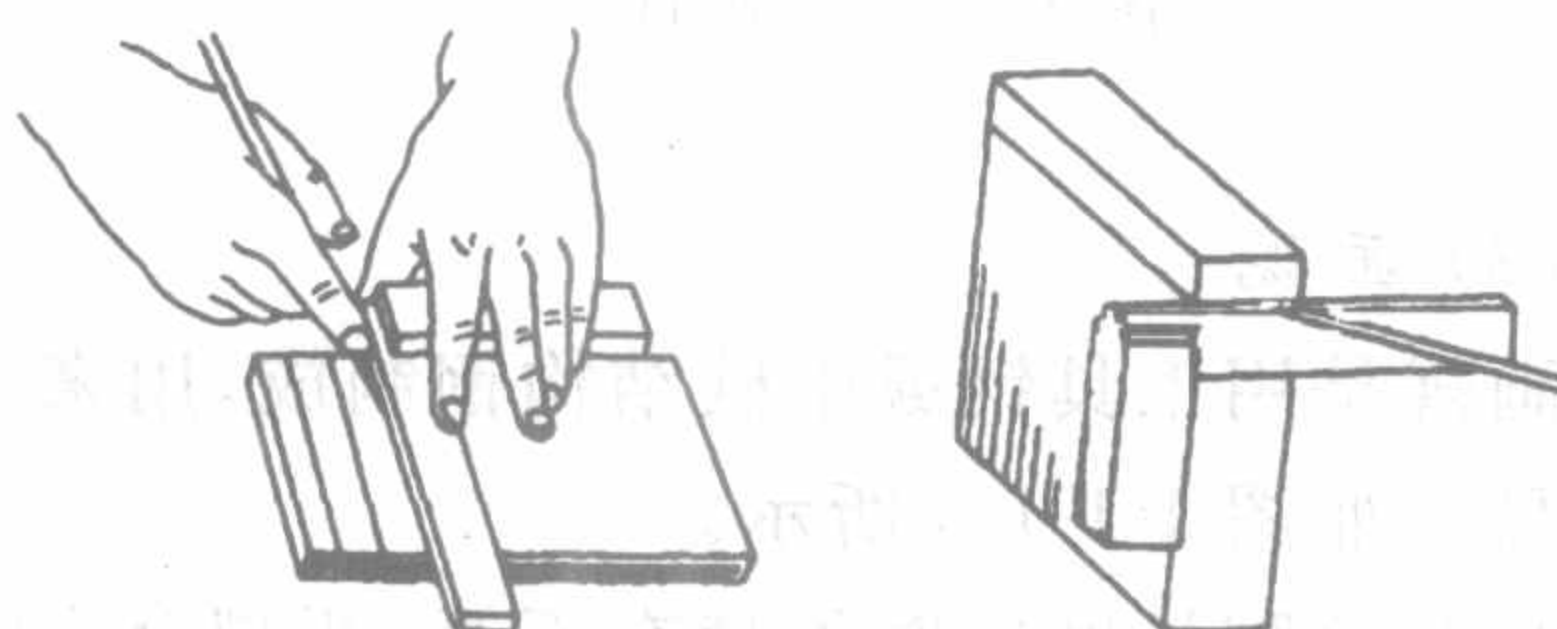
#### (7) $90^{\circ}$ 角尺

$90^{\circ}$ 角尺在钳工制作中应用广泛。如图1-1-1-8所示。

它可作为画平行线、垂直线的导向工具,还可用来找正工件在画线平板上的垂直位置,并可检验工件两平面的垂直度或单个平面的平面度。 $90^{\circ}$ 角尺的使用方法如图1-1-1-9所示。

#### (8) 万能角度尺

万能角度尺除测量角度、锥度之外,还可以作为画线工具画角度线,如图1-1-1-10所示。

图 1-1-1-8  $90^{\circ}$ 角尺图 1-1-1-9  $90^{\circ}$ 角尺的使用方法

#### (9) 样冲

样冲用于在工件所画加工线条上打样冲眼(冲点),作为加强界限标志(称检验样冲眼)和作画圆或钻孔时的定位中心(称中心样冲眼)。它一般用工具钢制成,尖端处淬硬,其顶尖角度在用于加强界限标记时大约为 $40^{\circ}$ ,用于钻孔中心时约取 $60^{\circ}$ 。如图1-1-1-11所示。

冲点方法:先将样冲外倾使尖端对准线的正中,然后再将样冲立直冲点,如图1-1-1-12所示。

冲点要求:位置要准确,冲点不可偏离线条(图1-1-1-12);在曲线上冲点距离要小些,如直径小于20 mm的圆周线上应有四个冲点,而直径大于20 mm的圆周线上应有8个以上

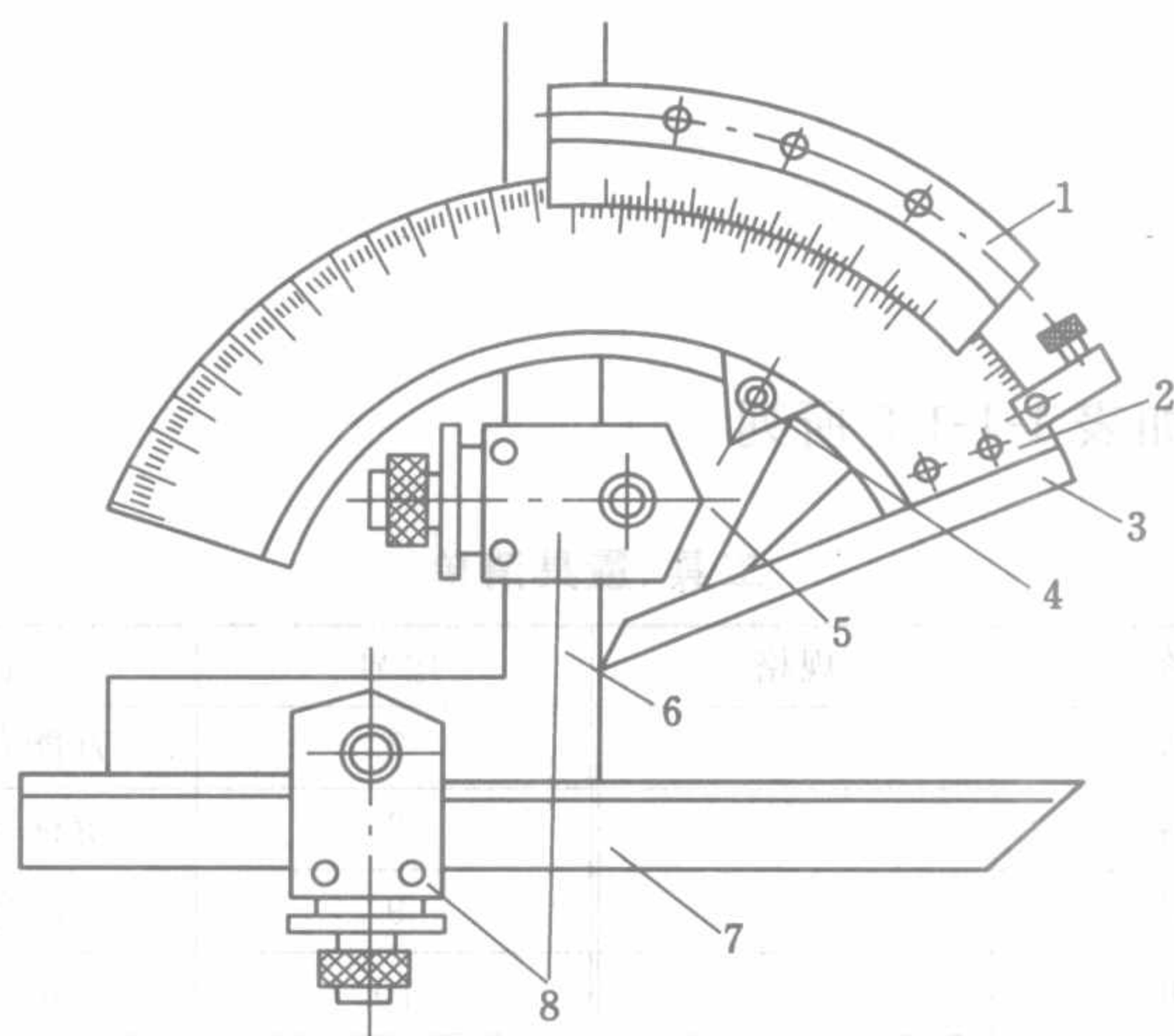


图 1-1-1-10 万能角度尺

1——游标；2——扇形板；3——基尺；4——制动器；5——底板；  
6——角尺；7——直尺；8——夹紧块

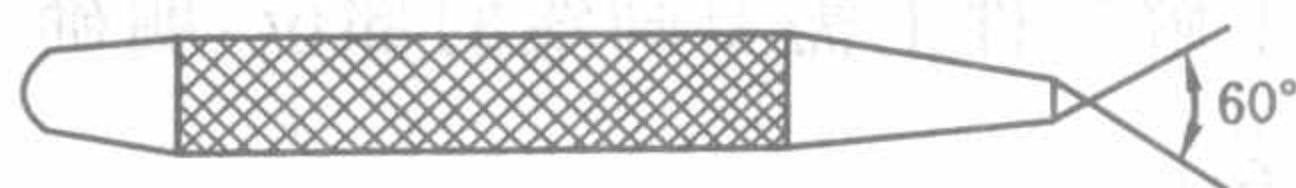


图 1-1-1-11 样冲

冲点；冲点的深浅要掌握适当，在薄壁上或光滑表面上冲点要浅，粗糙表面上要深些。

#### (10) 支撑、夹持工件的工具

画线时支撑、夹持工件的常用工具有垫铁、V形架、千斤顶、方箱和角铁。

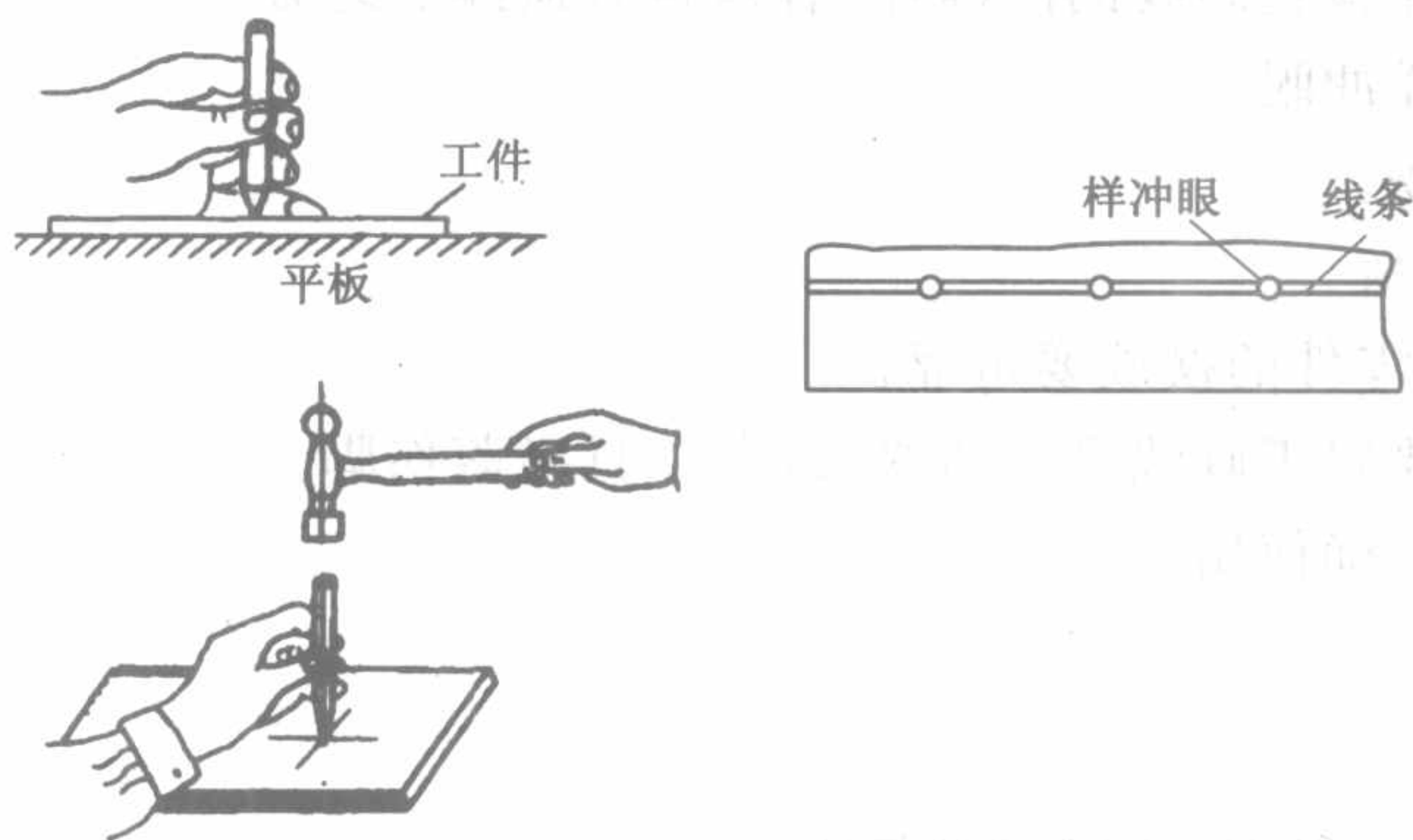


图 1-1-1-12 样冲的使用

## 4. 涂料

涂料是用来在工件的画线部位涂色，以使画出的线条醒目。

① 铸件、锻件毛坯常用石灰水作涂色剂。用粉笔作涂色剂也很方便。

② 已加工表面常用酒精溶液加蓝色漆片作涂色剂。这种涂色剂涂覆均匀、吸附力强、干得快，还可以用酒精擦掉。

任务实施

- (1) 准备工作
- ① 工件准备。
  - ② 工具、量具清单如表 1-1-1-2 所列。

表 1-1-1-2 工具、量具清单

| 序号 | 名称 | 规格 | 序号 | 名称    | 规格     |
|----|----|----|----|-------|--------|
| 1  | 平板 |    | 7  | 万能角度尺 |        |
| 2  | 靠铁 |    | 8  | 游标高度尺 | 300 mm |
| 3  | 画针 |    | 9  | 涂色剂   |        |
| 4  | 样冲 |    | 10 | 钢皮尺   | 200 mm |
| 5  | 手锤 |    | 11 | 角尺    | 90°    |
| 6  | 画规 |    |    |       |        |

- (2) 实作步骤
- ① 看清、看懂图样,详细了解工件上需要画线的部位,明确工件及其画线有关部分的作用和要求,了解有关的加工工艺。
  - ② 选定画线基准。
  - ③ 初步检查毛坯的误差情况,给毛坯涂色。
  - ④ 正确安放工件和选用画线工具。
  - ⑤ 画线。
  - ⑥ 详细对照图样检查画线的准确性,看是否有遗漏的地方。
  - ⑦ 在线条上冲样冲眼。
  - ⑧ 整理工作现场。
- (3) 安全注意事项
- ① 画线过程中,零件的摆放要可靠。
  - ② 画线工具不要置于画线平台边缘,以免工具碰落伤脚。
  - ③ 画线工具应正确使用。

任务评价

表 1-1-1-3 所列为锉削操作的评分标准。

表 1-1-1-3 锉削操作的评分标准

| 序号 | 项目与技术要求     | 配分 | 评分标准         | 实测记录 | 得分 |
|----|-------------|----|--------------|------|----|
| 1  | 工具、量具使用是否合理 | 5  | 不正确酌情扣分      |      |    |
| 2  | 画线步骤是否正确    | 20 | 不正确酌情扣分      |      |    |
| 3  | 操作方法是否正确    | 20 | 出现一处错误扣 10 分 |      |    |
| 4  | 圆弧连接是否达到要求  | 20 | 一处不合要求扣 5 分  |      |    |

续表 1-1-1-3

| 序号 | 项目与技术要求         | 配分 | 评分标准      | 实测记录 | 得分 |
|----|-----------------|----|-----------|------|----|
| 5  | 直线尺寸是否超差 0.5 mm | 15 | 一处超差扣 5 分 |      |    |
| 6  | 圆弧尺寸是否超差 0.5 mm | 10 | 超差扣 10 分  |      |    |
| 7  | 安全文明操作          | 10 | 违者每次扣 2 分 |      |    |

自我测试

1. 填空题

- ① 根据图样和技术要求,在\_\_\_\_\_上用画线工具画出\_\_\_\_\_,或画出作为基  
准的\_\_\_\_\_的操作过程称为画线,有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种。
- ② \_\_\_\_\_盘是直接画线或找正工件位置的工具。一般情况下,画针的\_\_\_\_\_用来  
画线,弯头用来\_\_\_\_\_工件。
- ③ 钢直尺是一种简单的\_\_\_\_\_的导向工具。
- ④ 样冲用于在工件所画的\_\_\_\_\_上打样冲眼,作为加强\_\_\_\_\_,还用于  
圆弧中心或钻孔时的\_\_\_\_\_打眼。

2. 简答题

- ① 常用的画线工具有哪些?
- ② 对于打样冲有什么要求?
- ③ 如何选用涂料?

延伸拓展

将本图纸在薄钢板上画线,并达到 0.1 mm 的精度要求。

任务二 画线基准的选择

能力目标

- ☞ 熟练使用画线工具。
- ☞ 掌握画线基准的选择方法。
- ☞ 画线尺寸误差不大于±0.2 mm。

知识目标

- ☞ 正确使用各种画线工具。
- ☞ 掌握立体画线基准的确定。

任务引入

为了保证画线的精度要求,画线时,要在工件上找出相对的点、线、面位置,这种在工件上用来确定其他点、线、面位置所依据的点、线、面称为画线基准。

图 1-1-2-1 是通过先找出画线基准,再用平面画线的方法来完成。

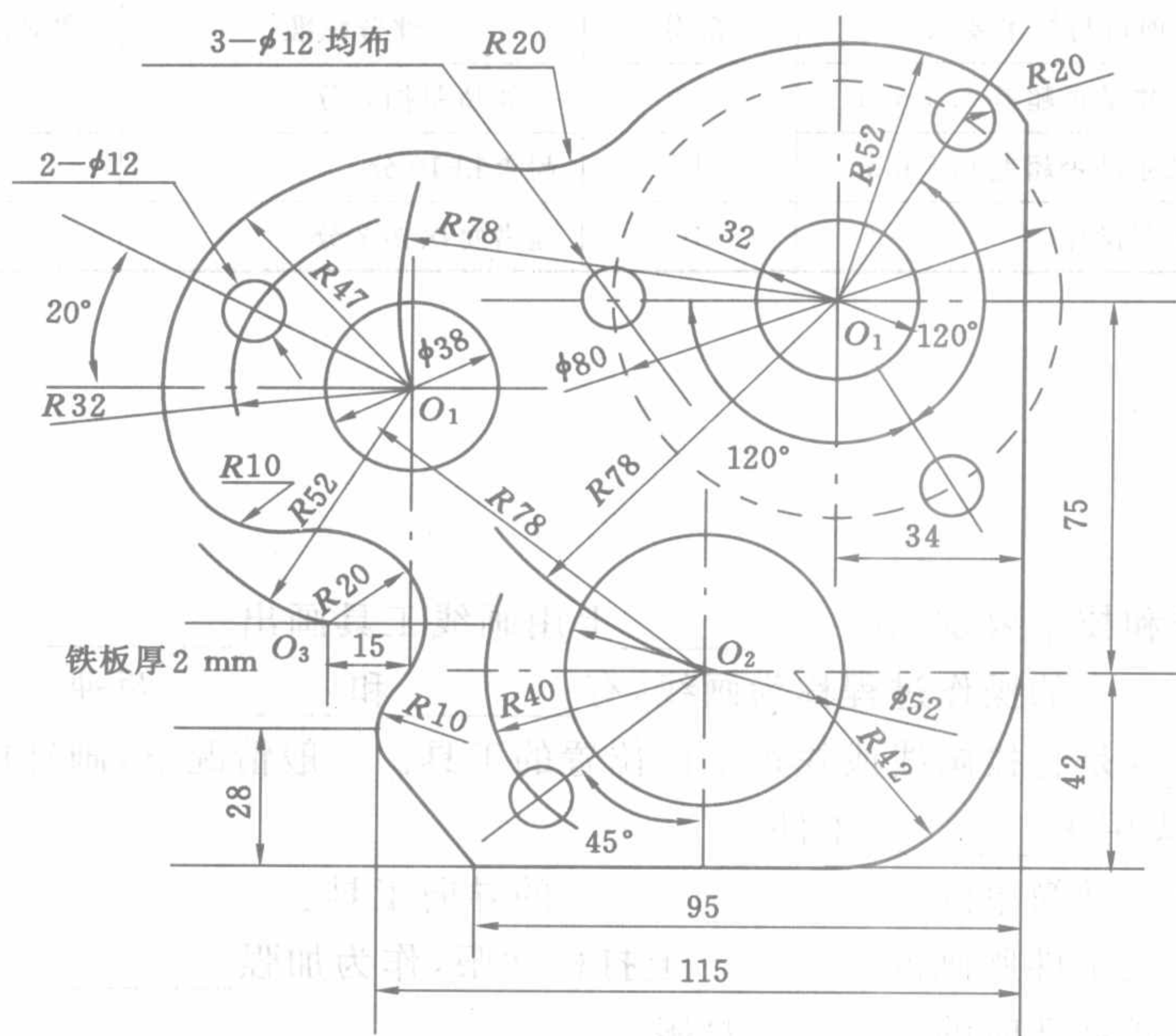


图 1-1-2-1

表 1-1-2-1 所列为实习件名称及其相关信息。

表 1-1-2-1

实习件名称及其相关信息

| 实习件名称 | 材料 | 件数    |
|-------|----|-------|
| 薄板    | 45 | 1 件/人 |

## 任务分析

图中的任务是用平面画线的方法,用画线工具在厚 2 mm 的薄板上绘画平行线、垂直线和圆弧与圆弧、圆弧与直线的连接,并在线条上准确地进行冲眼、作标记。要完成任务,首先要熟练使用各种画线工具、正确选择画线基准,掌握简单形体的立体画线方法,并通过训练进一步提高画线精度。

## 必备知识

### 1. 基准的确定

画线时,工件上用来确定其他点、线、面位置所依据的点、线、面称为画线基准。

(1) 常见以下三种选定基准的类型

① 以两个互成直角的平面为基准,如图 1-1-2-2 所示。可以看出,图中每一方向的尺寸,大都以这两个面为基准(图样上的设计基准)标注,此时,就可把这两个面作为画线基准。

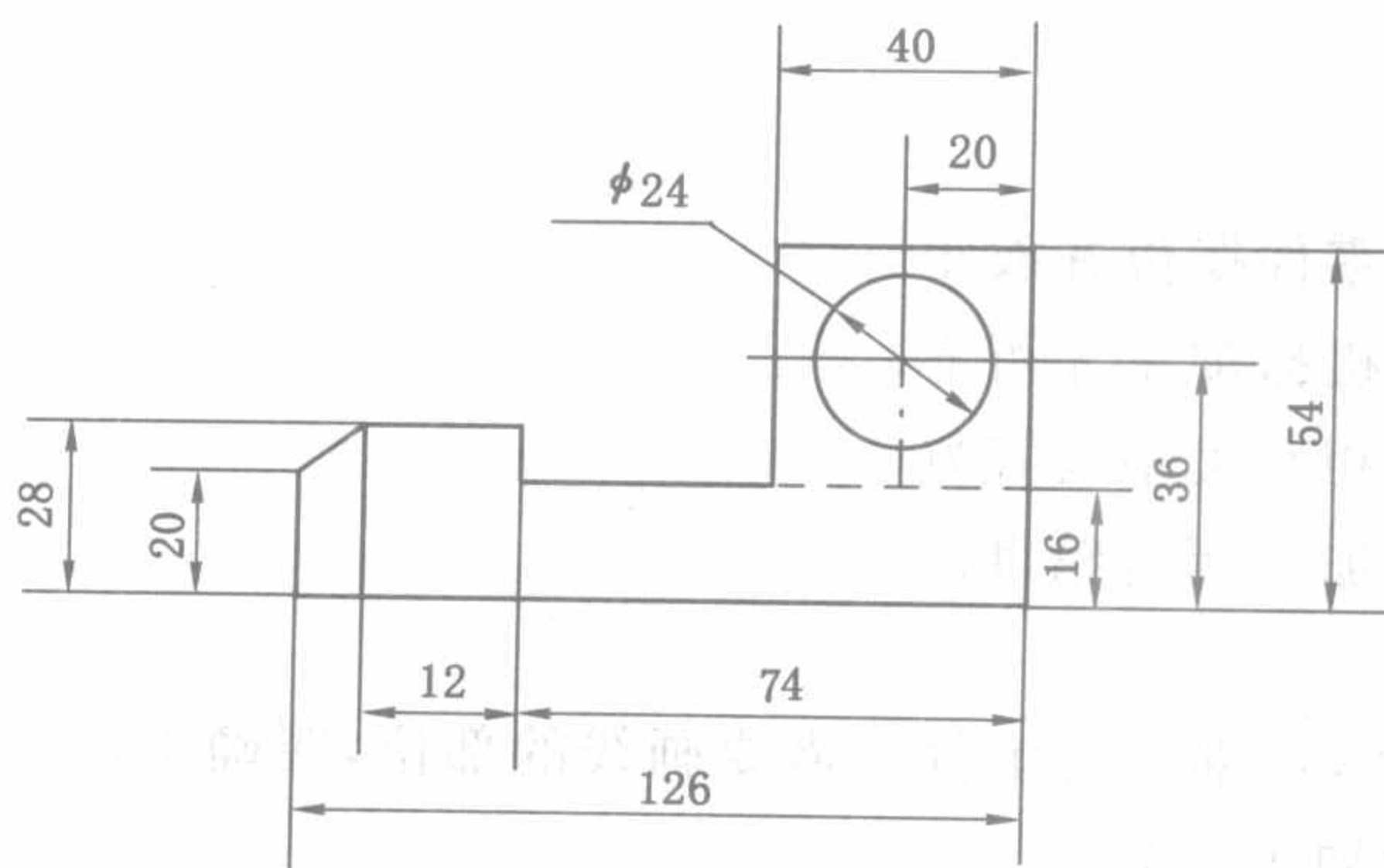


图 1-1-2-2 两个互成直角的平面为基准

② 以两条中心线作为基准,如图 1-1-2-3 所示。该零件上的大部分尺寸从这两条中心线标注,而且两个方向的尺寸分别与其中中心线对称,此时,就可把这两条中心线作为画线基准。

③ 以一个平面和一条中心线作为基准,如图 1-1-2-4 所示。该零件高度方向的尺寸以底线为依据确定,宽度方向的尺寸则对称于中心线。

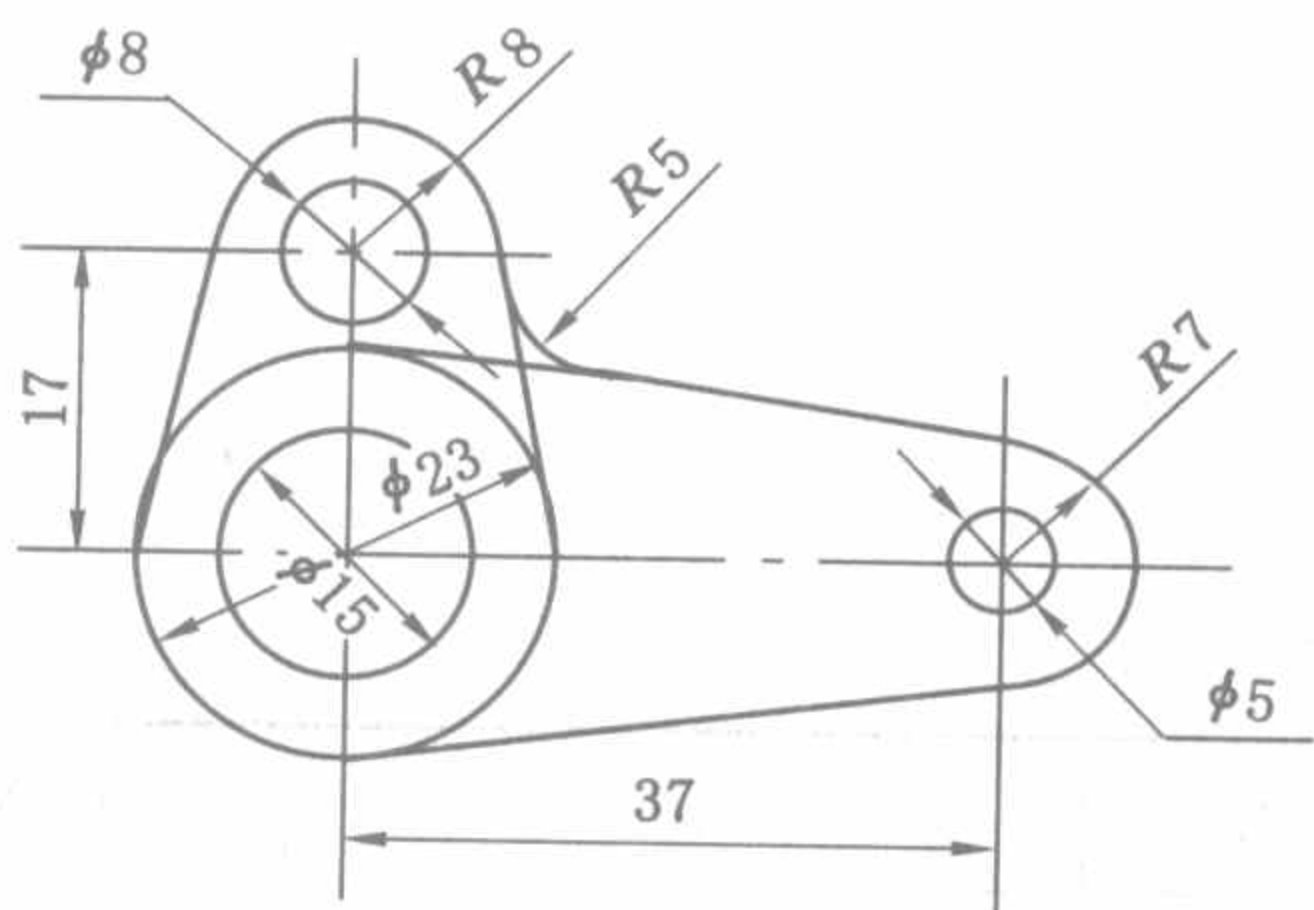


图 1-1-2-3 两条中心线作为基准

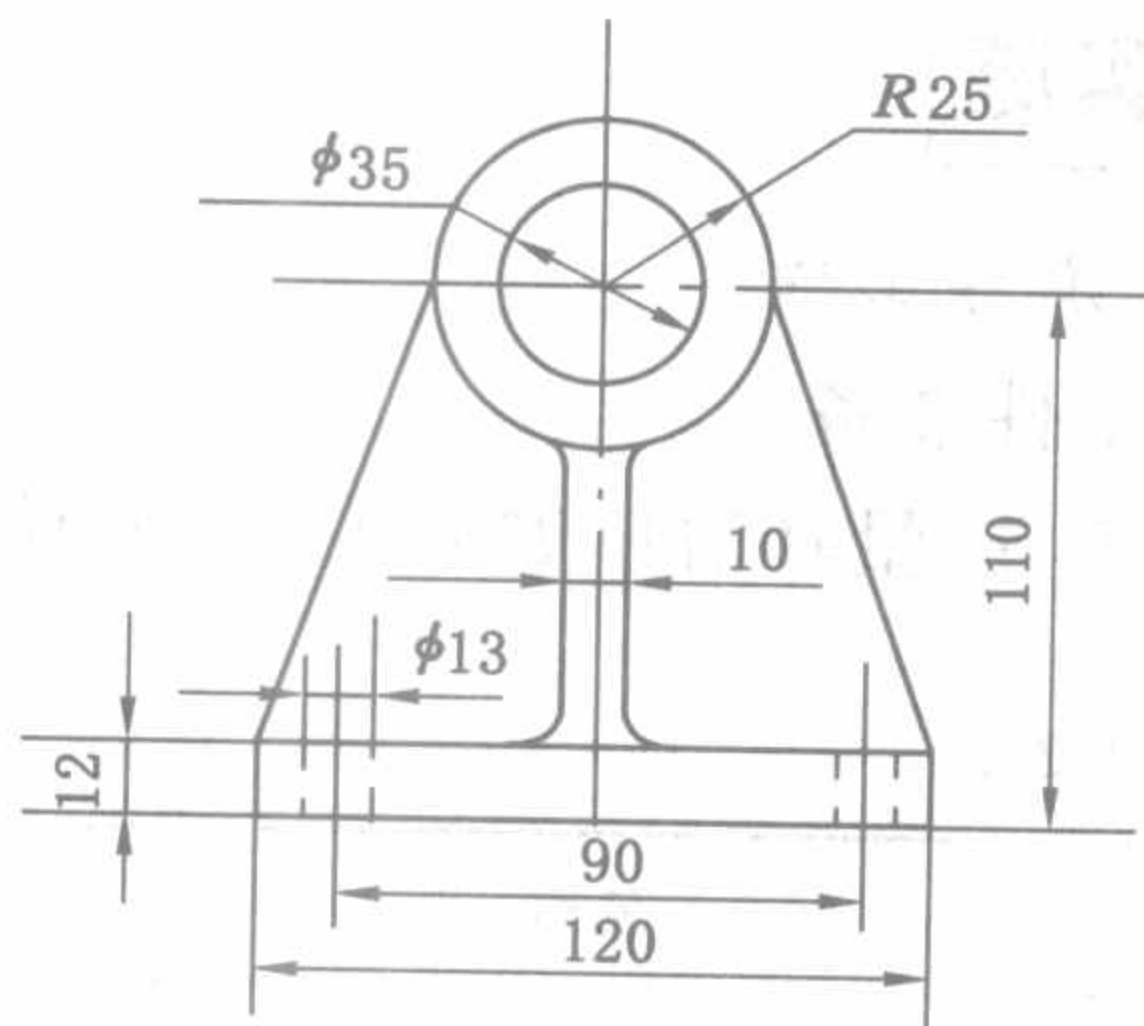


图 1-1-2-4 一个平面和一条中心线作为基准

## (2) 画线基准的确定可遵循的原则

- ① 画线基准应与设计基准一致。
- ② 配画线基准是配画件的装配基准。
- ③ 选择已经加工并且加工精度最高的边、面或有配合要求的边、面、外圆、孔槽和凸台的对称线。
- ④ 选择较长的边或相对两边的对称线或是较大的面或相对两面的对称线。
- ⑤ 便于支承的边、面或外圆。
- ⑥ 较大外圆的中心线。
- ⑦ 补充性画线时,要以原有的线或有关的装夹部位为基准。
- ⑧ 在薄板材上选择画线基准时,要考虑节约用料、便于剪裁以及工艺文件上材料轧制方向的具体要求。

## 2. 操作方法及要求

### (1) 操作要领

画线基准首先定,零件摆位并放牢,  
线条清晰冲眼准,机械加工才可靠。  
机修钳工配画线,相互关系要找好,  
位置准确印记清,加工制造精度高。

### (2) 画线步骤

① 看清、看懂图样,详细了解工件上需要画线的部位,明确工件及其画线有关部分的作用和要求,了解有关的加工工艺。

② 选定画线基准。

③ 初步检查毛坯的误差情况,给毛坯涂色。

④ 正确安放工件和选用画线工具。

⑤ 画线。

⑥ 详细对照图样检查画线的准确性,看是否有遗漏的地方。

⑦ 在线条上冲样冲眼。

⑧ 整理工作现场。

## 任务实施

### (1) 准备工作

① 工件准备。

② 工具、量具清单如表 1-1-2-2 所列。

表 1-1-2-2

工具、量具清单

| 序号 | 名称 | 规格 | 序号 | 名称    | 规格     |
|----|----|----|----|-------|--------|
| 1  | 平板 |    | 5  | 画规    |        |
| 2  | 靠铁 |    | 6  | 角尺    | 90°    |
| 3  | 画针 |    | 7  | 高度游标尺 | 200 mm |
| 4  | 样冲 |    | 8  | 钢直尺   | 150 mm |

### (2) 实作步骤

图 1-1-2-1 是一件画线样板,要求在板料上把全部线条画出。其具体画线顺序如下。

① 分析图中尺寸关系,以底边和右侧边两条直线作为画线基准,分别画出基准线 1、2,具体方法如下:

a. 在毛坯上先合理布置图形位置。在毛坯边缘用直尺与画针画一直线。

b. 在线外任找一点  $O$  作为圆心并敲上样冲眼,用画规以该点距毛坯另一边缘内一点的距离  $OA$  为半径画弧交于直线上  $B$  点。

c. 用直尺与画针将  $B$  点与  $O$  点连接成一直线,并延长交圆弧于  $C$  点。

d. 用直尺与画针将 C 点与 A 点连接成一直线,该直线与原有直线垂直,如图 1-1-2-5 所示。

② 用直尺和画针画出与基准线平行的尺寸线,并在线与线相交处敲上样冲眼,如图 1-1-2-6 所示。

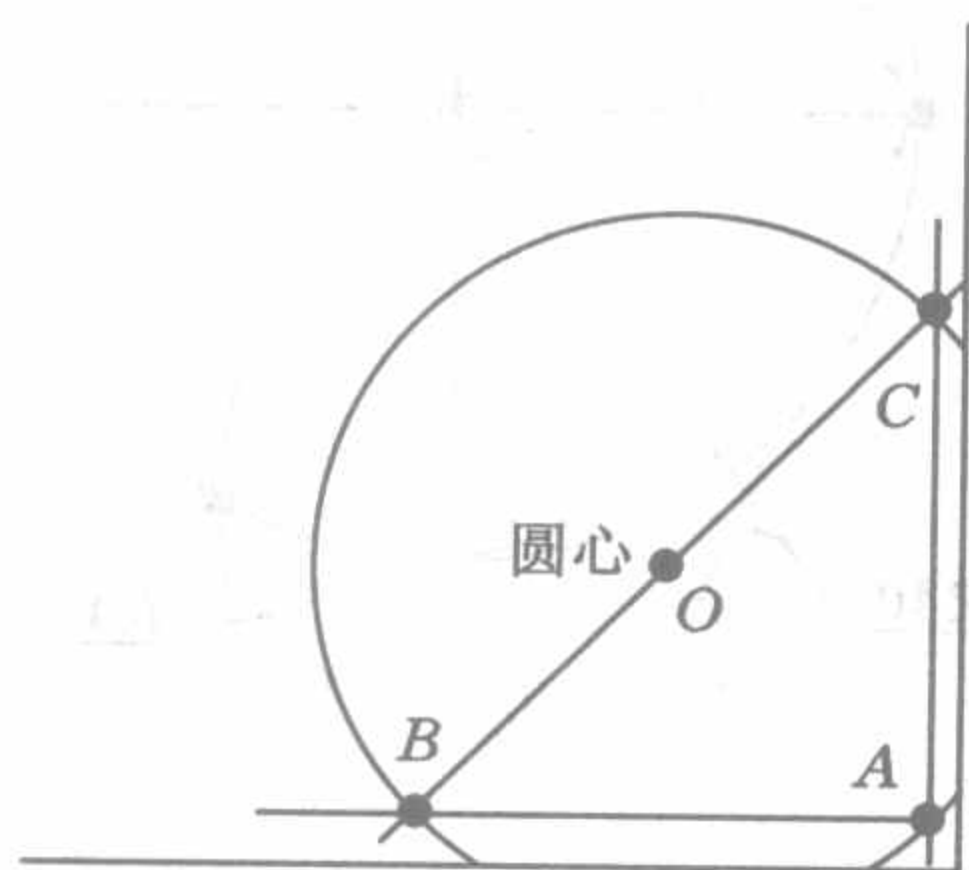


图 1-1-2-5 连线

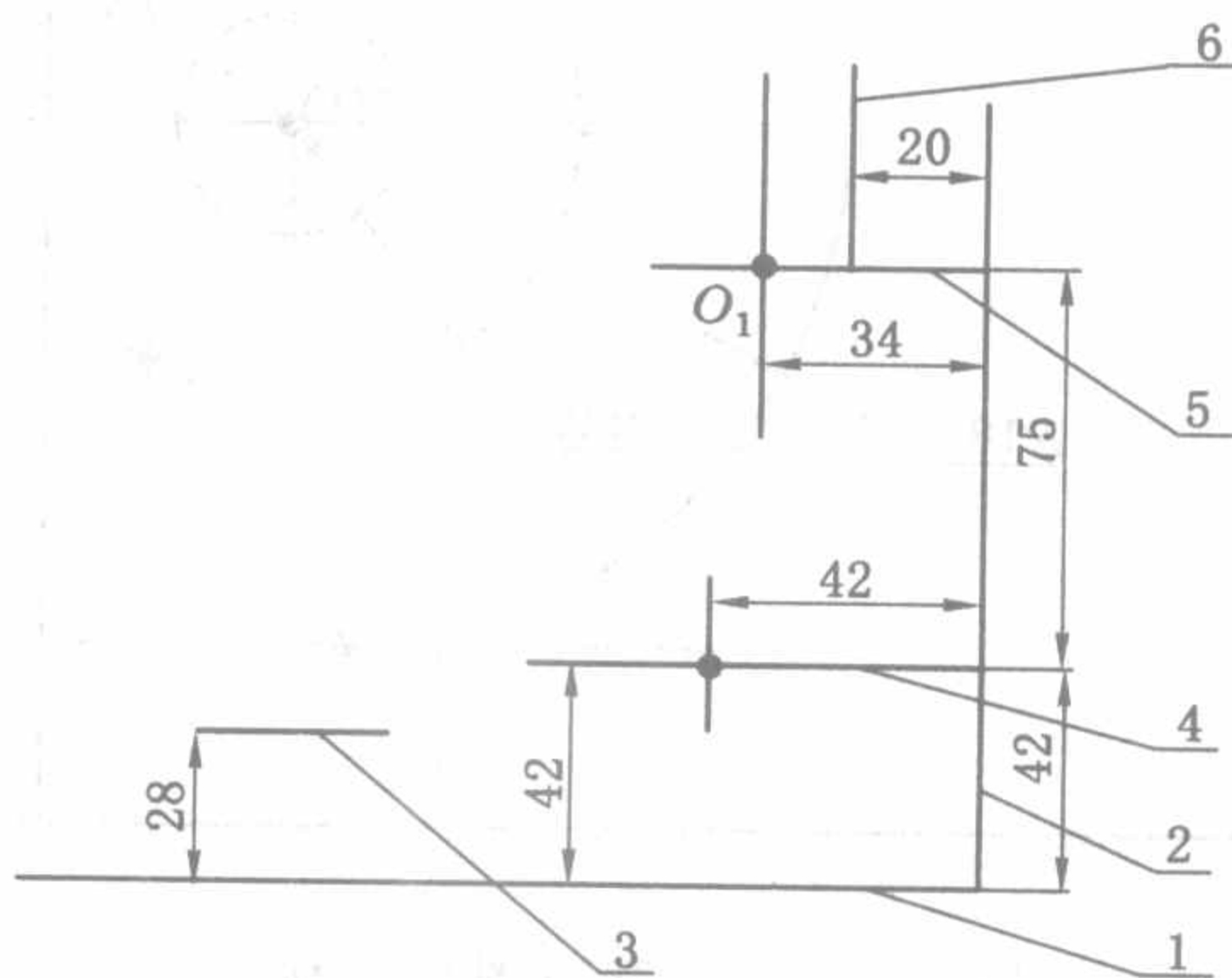
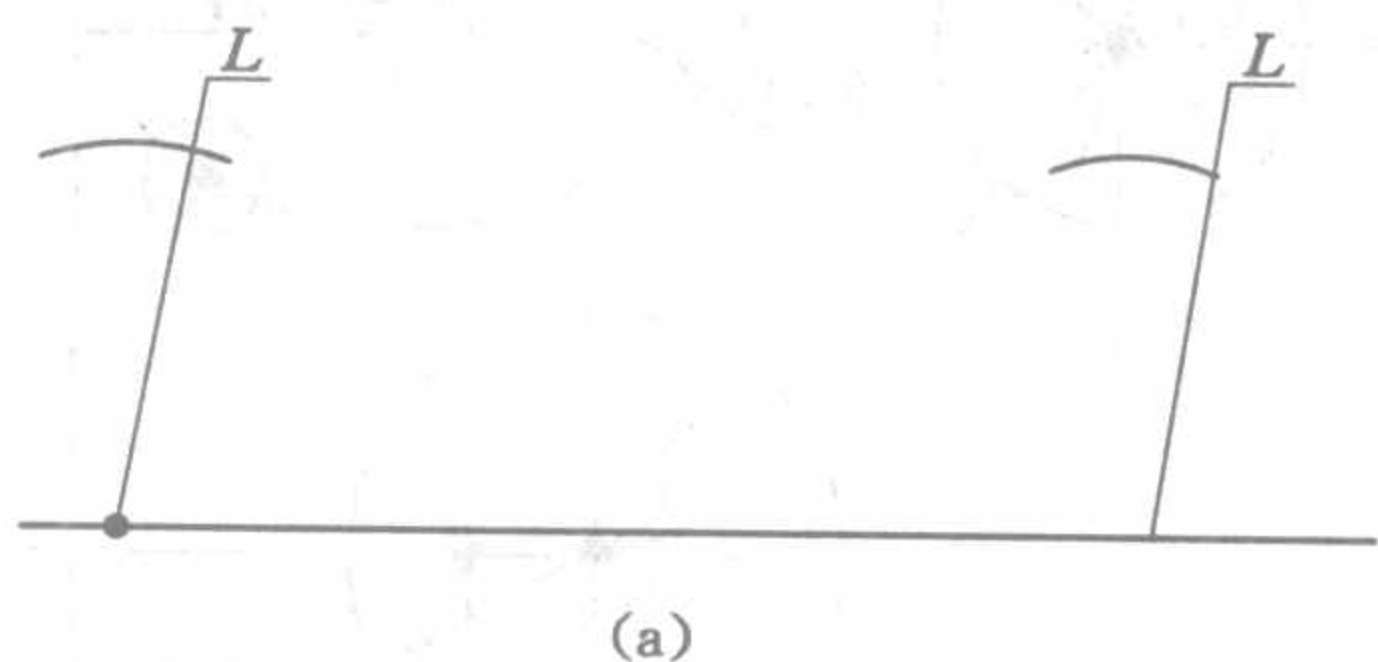


图 1-1-2-6 尺寸线的画法

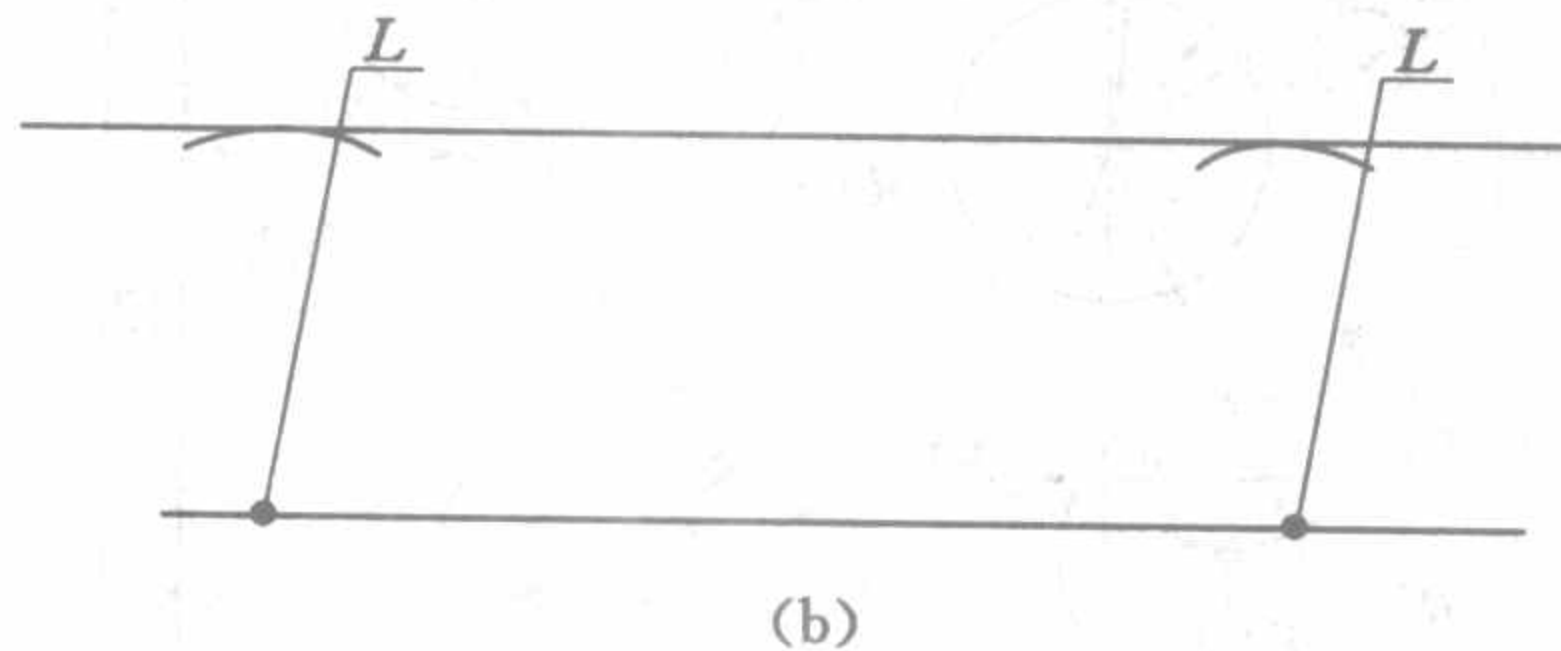
具体方法如下:

a. 在基准线上任找两点(两点距离尽可能远一点),用画规以这两点为圆心,以平行线之间的最小距离尺寸为半径画弧,如图 1-1-2-7(a)所示。

b. 用直尺和画针作两弧的公切线,该线就是基准线的平行线,如图 1-1-2-7(b)所示。



(a)



(b)

图 1-1-2-7 平行线的画法

③ 以图 1-1-2-6 中的  $O_1$  点为圆心,用画规作出实习图中的  $O_1$  点的圆及圆弧,并三等分  $R40$  圆弧,并将其他圆的中心敲上样冲眼,如图 1-1-2-8 所示。具体方法如下:

a. 以  $O_1$  点为圆心,用画规在直尺上量取圆及圆弧的半径尺寸为半径,分别作出如图 1-1-2-8 所示的圆及圆弧。

b. 以  $O_1$  的水平线与  $R40$  弧的交点  $a$  作为  $R40$  的等分起点,以  $40\text{ mm}$  为半径,依次作弧交  $R40$  的弧于  $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$  点, $a$ 、 $d$ 、 $e$  点为  $R40$  弧的三等分点。如图 1-1-2-9 所示。

④ 依次作出其他圆及圆弧的中心点,并用画规、直尺作所有的圆及圆弧,如图 1-1-2-10 所示。具体方法如下:

a. 以  $O_1$  为圆心,以  $R78$  为半径画弧交  $42$  尺寸线于  $O_2$  点。分别以  $O_1$ 、 $O_2$  为圆心, $R78$  为半径画弧交于  $O_3$  点,分别作出各自的圆,如图 1-1-2-11 所示。

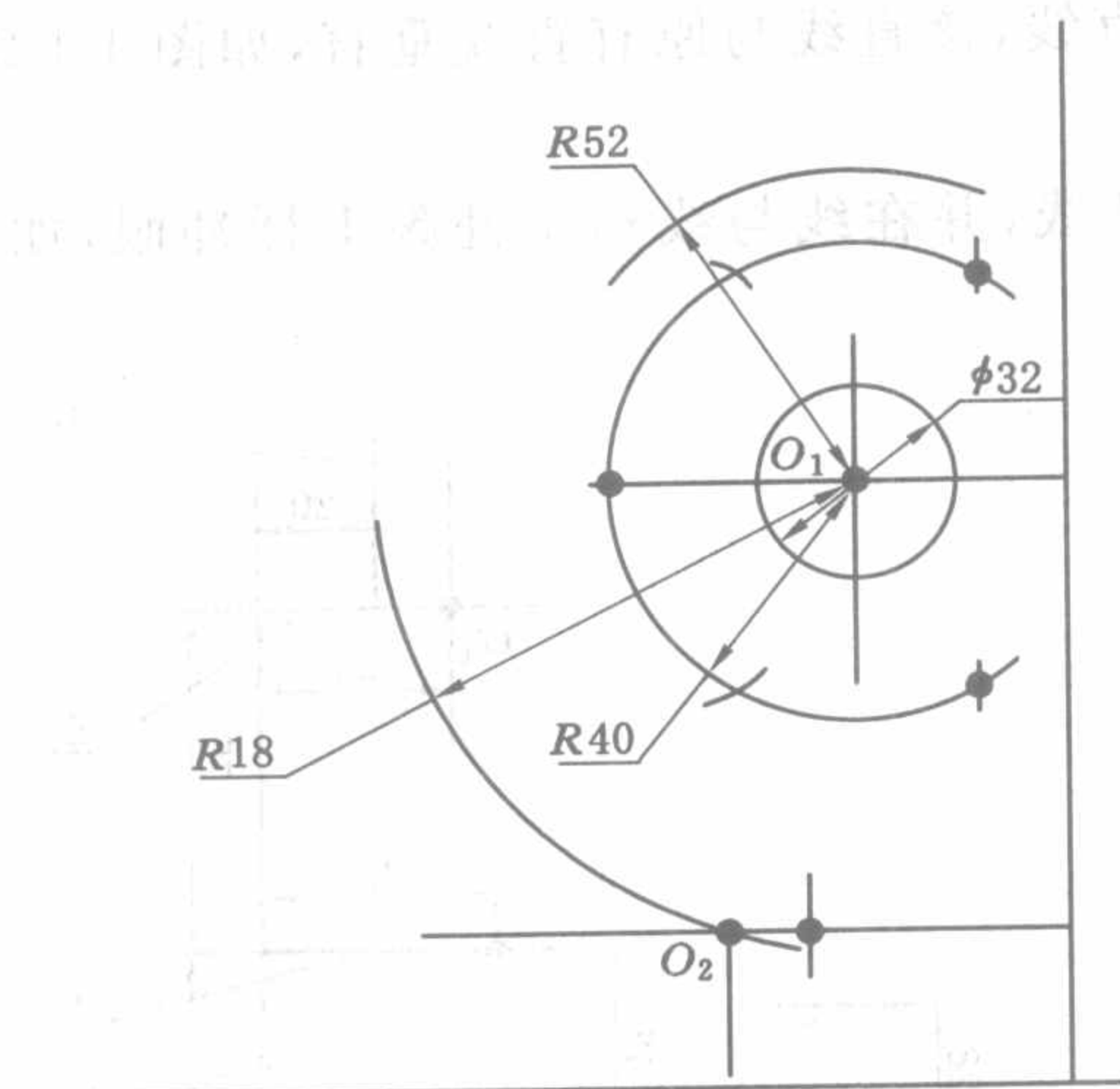


图 1-1-2-8 圆及圆弧的画法

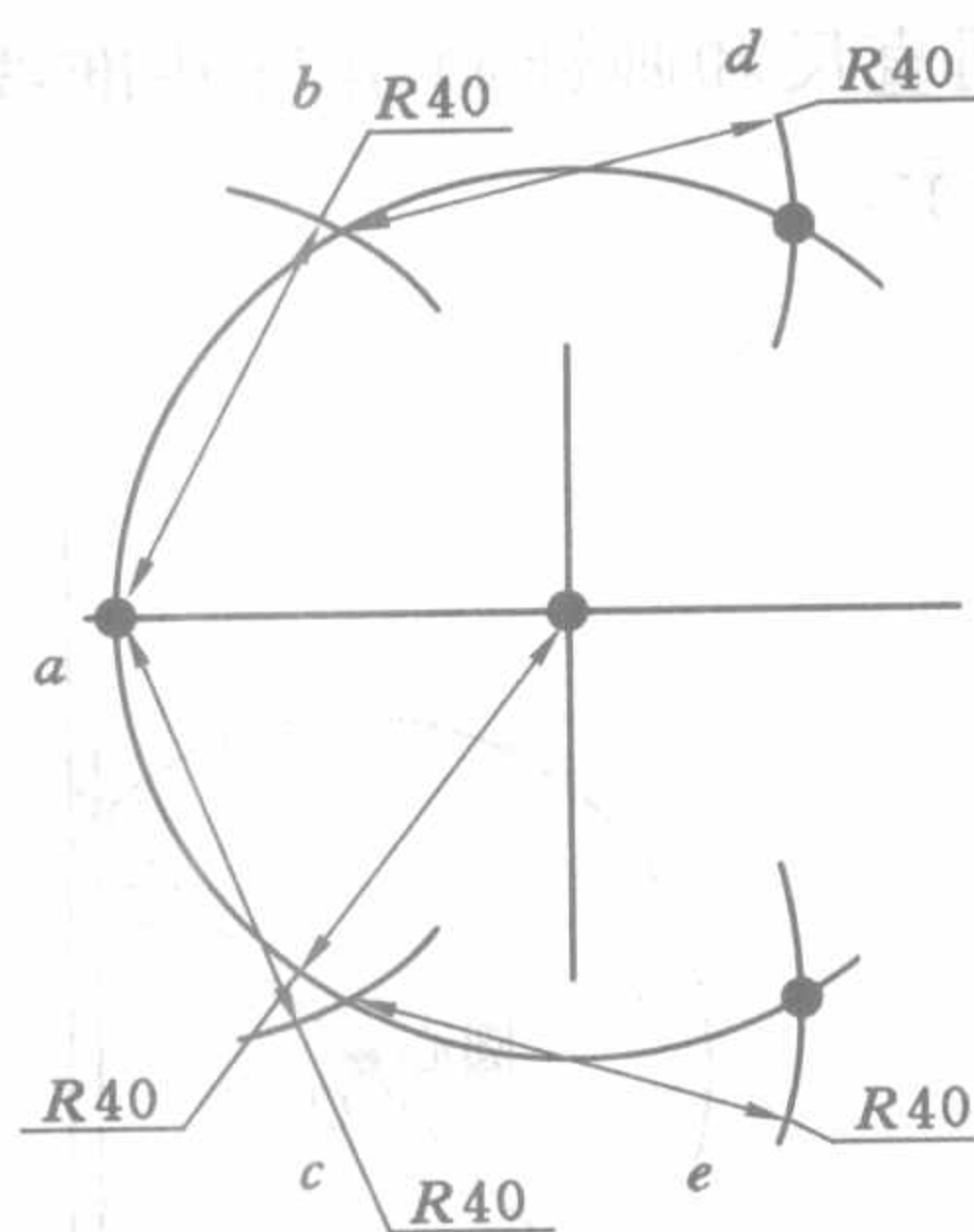


图 1-1-2-9 圆的三等分方法

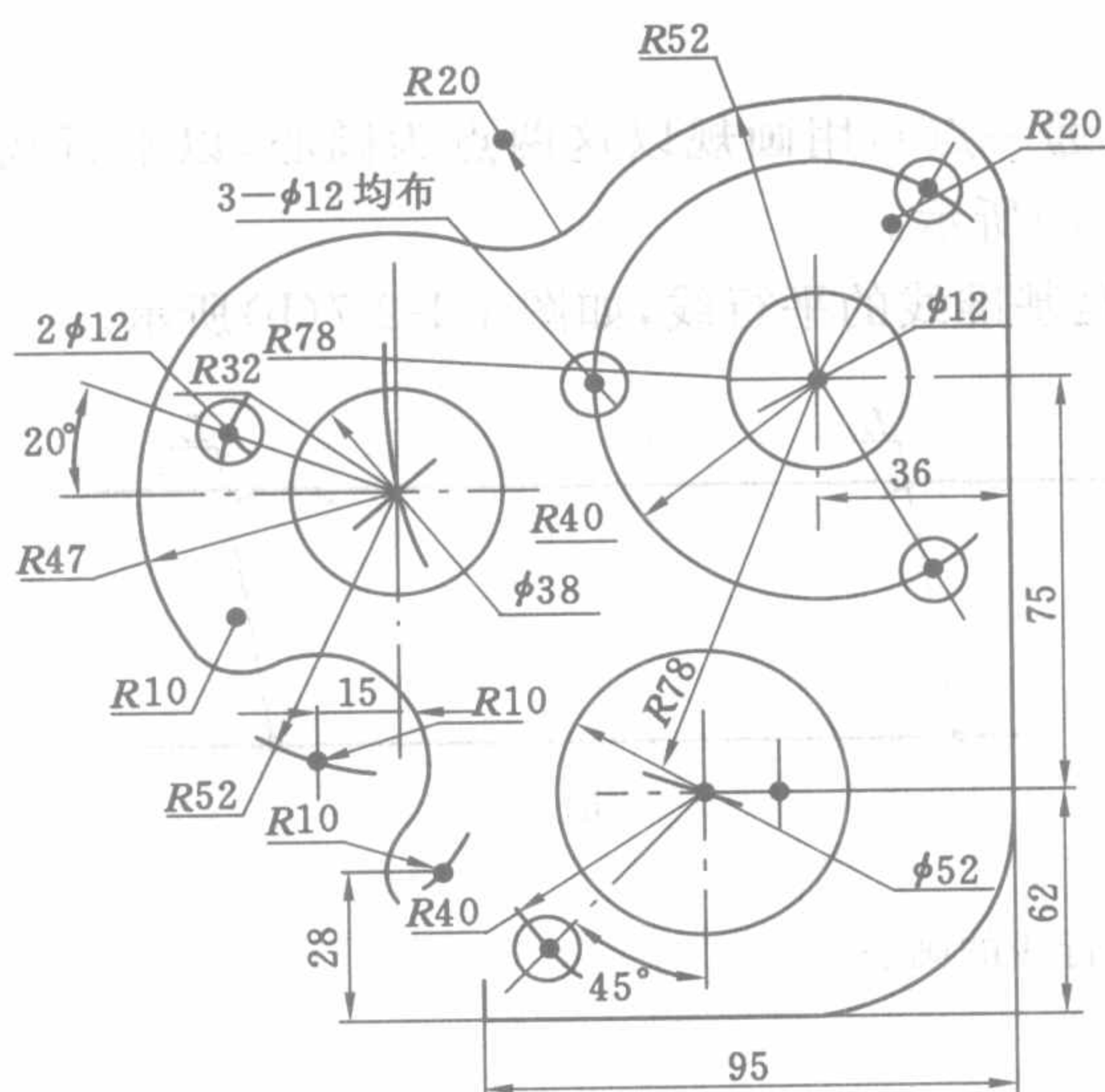


图 1-1-2-10 其他圆及圆弧的画法

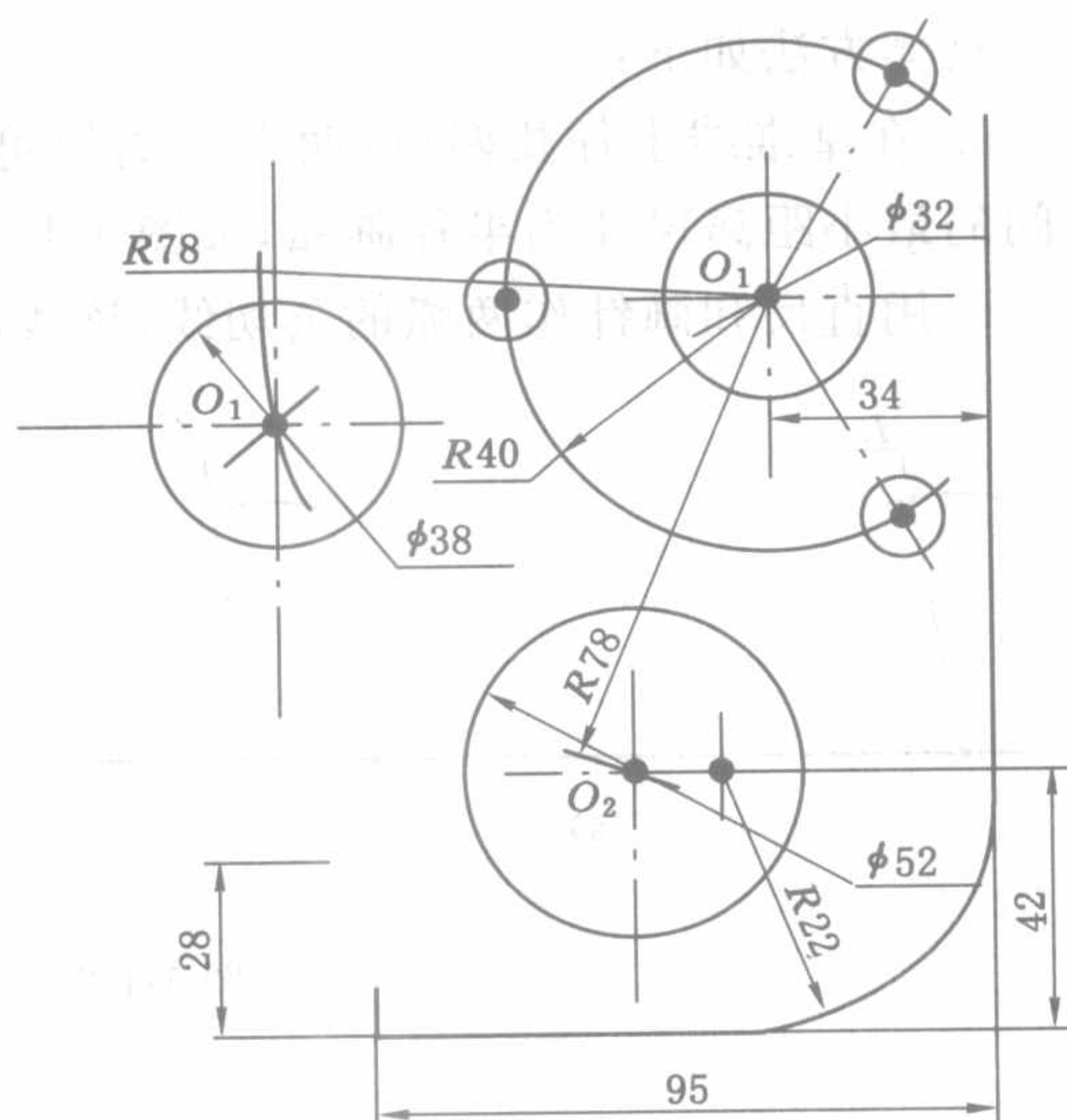


图 1-1-2-11 其他圆心的画法

- b. 以  $O_1$ 、 $O_2$ 、 $O_3$  为圆心,分别作出各自的圆弧,如图 1-1-2-12 所示。
- c. 确定圆弧的中心点,并作各自的圆弧,方法如图 1-1-2-13、图 1-1-2-14、图 1-1-2-15 所示。

d. 用万能角度尺量取  $20^\circ$ 、 $45^\circ$ ,用直尺、画针画出角度线,并用画规画弧作出  $\phi 2 \text{ mm} \sim \phi 12 \text{ mm}$  的圆。如图 1-1-2-16 所示。至此全部线条画完。如图 1-1-2-17 所示。

在画线过程中,圆心找出后即应冲样冲眼,以使用画规画圆弧。画水平线和垂直线的方法可按实际条件选择。