

第一部分

实 验

CHAPTER 1

🔑 实验一 Python 开发环境的使用实验

一、实验目的

1. 熟悉 Python 解释器的安装。
2. 熟悉 IDLE 中程序的两种运行方式。
3. 熟悉 turtle 库。

二、实验内容

1. 安装 Python 解释器,具体安装步骤如下。

Step 1: 打开浏览器

使用你喜欢的浏览器,打开 Python 官方网站 <https://www.python.org>。

Step 2: 下载 Python 3.13 版本

在 Python 官方网站的首页,单击 Downloads(下载)选项,如图 1.1 所示。

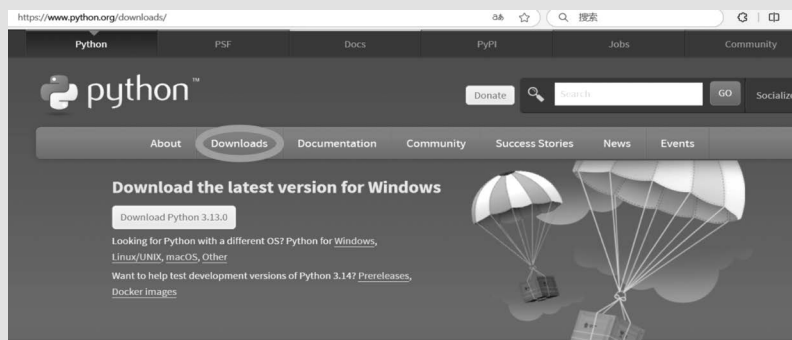


图 1.1 下载 Python 安装文件

Step 3: 选择操作系统

在 Downloads 页面上,可以看到不同的操作系统版本。根据你的操作系统,选择适合的版本(右击桌面上的“计算机”图标,在弹出的快捷菜单中选择“属性”,根据窗口中显示的系统类型信息,确定本机的操作系统信息,如图 1.2 所示)。这里以 Windows 为例,单击 Windows 下载按钮来下载 Windows 版本的 Python 3.13 安装文件,如图 1.3 所示。



图 1.2 查看操作系统的信息

- Python 3.13.0 - Oct. 7, 2024
- Note that Python 3.13.0 cannot be used on Windows 7 or earlier.**
- Download Windows installer (64-bit) [64位](#)
- Download Windows installer (32-bit) [32位](#)
- Download Windows installer (ARM64)
- Download Windows embeddable package (64-bit)
- Download Windows embeddable package (32-bit)
- Download Windows embeddable package (ARM64)

图 1.3 下载与操作系统相适配的 Python 安装文件

Step 4: 下载安装程序并运行

下载得到一个 .exe 文件,也就是 Python 3.13 的安装程序,双击运行这个安装程序,开始安装。

Step 5: 选择安装选项

在安装程序中,可以选择不同的安装选项。默认情况下,保留默认选项即可。确认勾选 Add python.exe to PATH(将 Python 3.13 添加到环境变量中)选项,然后单击 Install Now 选项或 Customize installation(自定义安装)选项,如图 1.4 所示。

Step 6: 自定义安装

如果 Step 5 中选择自定义安装,那么在接下来出现的 Optional Features 页面上,可以选择要安装的组件。默认情况下,所有选项都被勾选。可以保持默认值,然后单击 Next(下一步)按钮,如图 1.5 所示。

Step 7: 设置目标文件夹

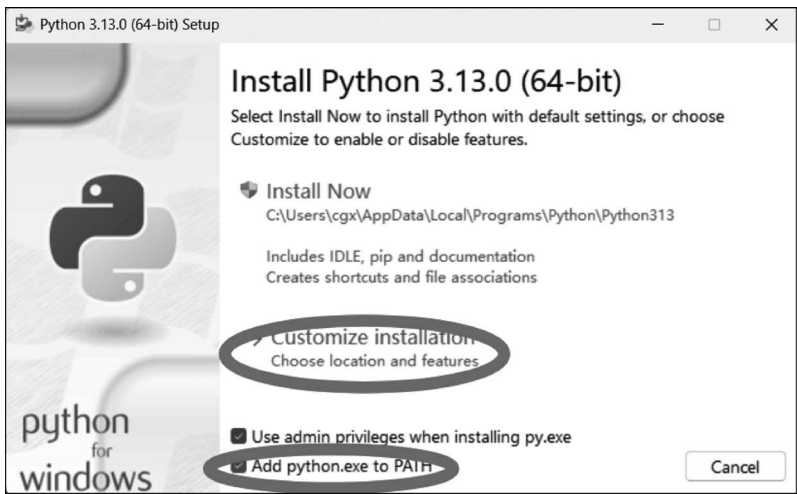


图 1.4 选择 Python 安装方式

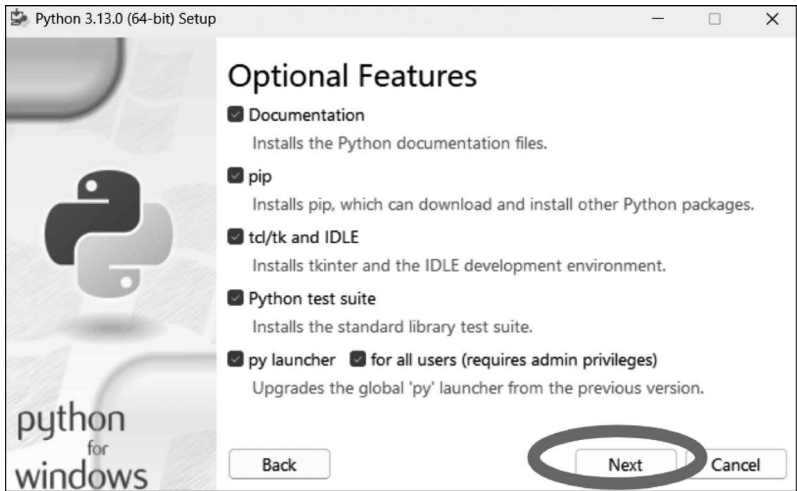


图 1.5 安装 Python 的可选项设置

在设置目标文件夹页面,确保安装目标文件夹正确无误,然后单击 Install(安装)按钮,如图 1.6 所示。

Step 8: 完成安装

安装程序将开始安装 Python 3.13。请耐心等待,直到安装完成。安装完成后,可以看到显示 Setup was successful(安装成功)的页面。

2. 使用 Python 解释器自带的集成开发环境 IDLE。

(1) 使用 Shell 交互方式。在 Windows 操作系统的开始菜单中找到 Python 3.13 菜单项并展开,然后选择 IDLE(Python 3.13 64-bit)选项,如图 1.7 所示,启动 Shell 交互式窗口。在窗口中显示提示符 `>>>`,如图 1.8 所示。在提示符后输入 `print("Welcome to CQUT!")`,然后按 Enter 键,查看输出结果。

(2) 使用文件执行方式。打开 Shell 交互式窗口,按 `Ctrl+N` 组合键或者选择 File 菜单(如图 1.9 所示)中的 New File 选项,弹出文件编辑器窗口,在该窗口中输入 `print("Welcome`

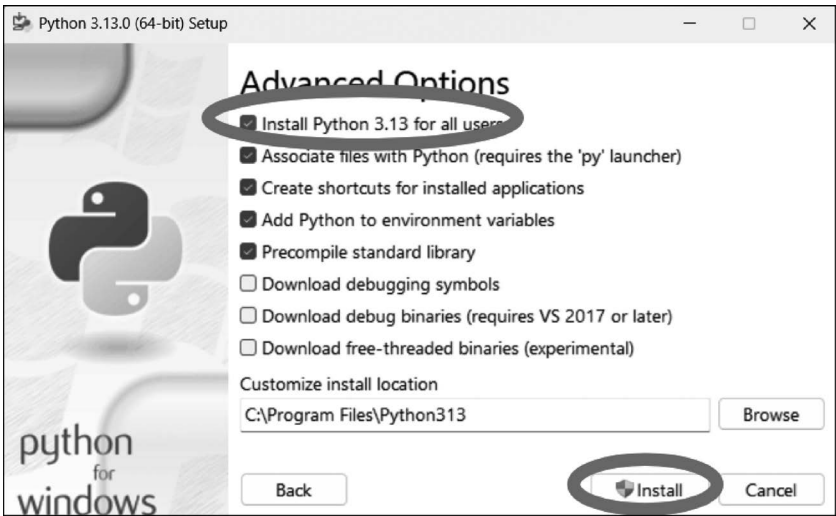


图 1.6 安装 Python 的高级选项设置

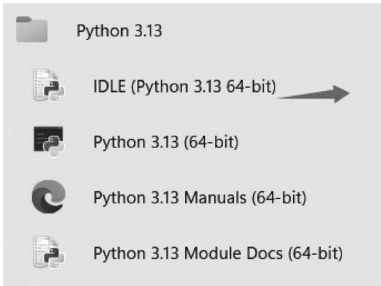


图 1.7 开始菜单中的 Python 3.13 菜单项

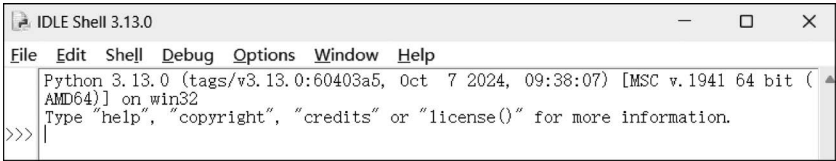


图 1.8 Python IDLE 界面

to CQUT!")”，如图 1.10 所示；选择 File 菜单中的 Save 选项或者按 Ctrl+S 组合键，将文件保存为 hello.py，然后选择 Run 菜单中的 Run Module 选项，或者按 F5 键，运行刚才的代码，观察运行结果。

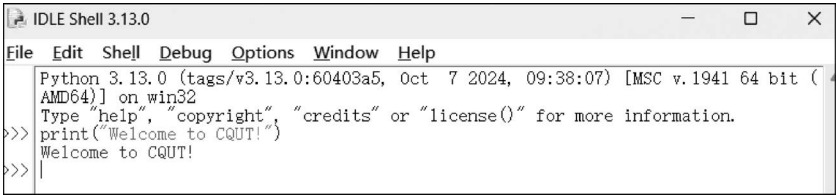


图 1.9 新建 Python 源程序文件

(3) 安装库的方法是在命令提示符后输入 pip install xxx(库的名称)，默认使用国外的

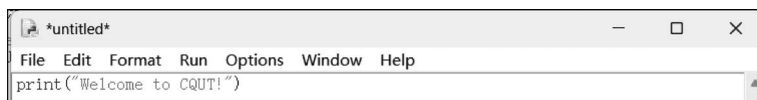


图 1.10 在源程序文件中编辑程序代码

源文件,因为国内下载速度比较慢,经常会出现超时等错误。一些国内机构(如阿里云、豆瓣、清华大学、中国科学技术大学、华中科技大学等)提供了 pip 源的镜像,可以极大提高下载速度,避免出现超时安装失败的问题,例如执行命令 `pip install -i https://pypi.tuna.tsinghua.edu.cn/simple xxx`(这里以清华大学的镜像为例),也可执行命令 `pip config set global.index-url https://pypi.tuna.tsinghua.edu.cn/simple` 更改默认的安装源。库的更新命令是 `pip install --upgrade xxx`。

3. 利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 `DrawPentagrams.py`。运行该程序,运行结果如图 1.11 所示。

```
import turtle
turtle.pencolor("red")
turtle.fillcolor("red")
turtle.begin_fill()
while True:
    turtle.forward(200)
    turtle.right(144)
    if abs(turtle.pos()) < 1:
        break
turtle.end_fill()
```

4. 利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 `DrawSunflower.py`。运行该程序,运行结果如图 1.12 所示。

```
import turtle
turtle.color("red", "yellow")
turtle.begin_fill()
while True:
    turtle.forward(200)
    turtle.left(170)
    if abs(turtle.pos()) < 1:
        break
turtle.end_fill()
```

5. 利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 `DrawSunflower2.py`。运行该程序,运行结果如图 1.13 所示。

```
import turtle
turtle.speed(10)
turtle.color("red", "yellow")
turtle.begin_fill()
while True:
    turtle.forward(200)
    turtle.left(170)
    if abs(turtle.pos()) < 1:
        break
turtle.end_fill()
```



图 1.11

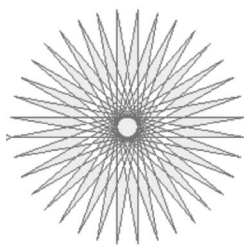


图 1.12

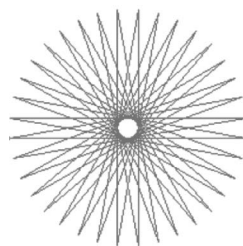


图 1.13

6. 利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 DrawSunflower3.py。运行该程序并比较其与第 5 题代码的差别,运行结果如图 1.14 所示。

```
from turtle import *
speed(10)
color("red", "yellow")
begin_fill()
while True:
    forward(200)
    right(170)
    if abs(pos()) < 1:
        break
end_fill()
```

7. 利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 square1.py。运行该程序,运行结果如图 1.15 所示。

```
import turtle
turtle.pencolor("blue")           # 设置画笔颜色
for i in range(100):              # 循环遍历
    turtle.fd(i * 2)               # 绘制不同长度的边
    turtle.left(90)                # 方向逆时针旋转 90 度
```

8. 利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 triangle1.py。运行该程序,运行结果如图 1.16 所示。

```
import turtle
turtle.pencolor("blue")           # 设置螺旋线颜色
turtle.speed(0)                   # 加速绘制
for i in range(100):              # 循环遍历
    turtle.fd(i * 3)               # 绘制不同长度的边
    turtle.left(120)               # 沿逆时针方向旋转 120 度
turtle.done()
```

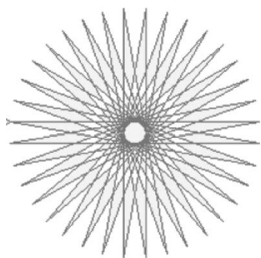


图 1.14

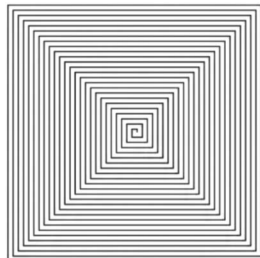


图 1.15

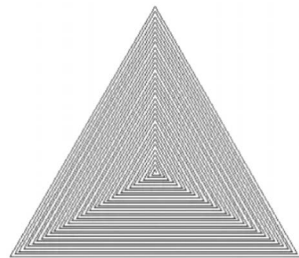


图 1.16

9. 利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 triangle12.py。运行该程序,运行结果如图 1.17 所示。

```
import turtle
turtle.pensize(2)                                # 设置笔的粗细
colors = ['red', 'orange', 'yellow', 'green',
'blue', 'cyan', 'purple']                        # 利用列表存储颜色
turtle.speed(0)                                   # 加速绘制
for i in range(100):                             # 循环遍历
    turtle.pencolor(colors[i % 7])               # 设置画笔颜色
    turtle.fd(i * 5)                             # 绘制不同长度的边
    turtle.left(120)                             # 沿逆时针方向旋转 120 度
turtle.done()
```

10. 利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 circle1.py。运行该程序,运行结果如图 1.18 所示。

```
import turtle
angle = 360/6                                     # 预设角度
turtle.pensize(3)                                # 设置笔的粗细
colors = ['red', 'orange', 'yellow', 'green',
'blue', 'cyan', 'purple']                        # 利用列表存储颜色
turtle.speed(0)                                   # 设置绘制速度

for i in range(150):                             # 循环遍历
    turtle.color(colors[i % 6])                  # 设置颜色的循环
    turtle.circle(i)                             # 绘制圆
    turtle.right(angle + 1)                       # 设置旋转角度
turtle.done()                                     # 结束绘制
```

11. 绘制五彩图 1,运行结果如图 1.19 所示。

```
import turtle
def draw1():
    colors = ["red", "orange", "yellow", "green", "blue", "purple"]
    pen = turtle.Turtle()
    pen.speed(20)
    turtle.bgcolor("black")
    pen.pensize(2)
    for i in range(60):
        pen.color(colors[i % 6])
        pen.forward(200)
        pen.right(61)
        pen.forward(100)
        pen.right(120)
        pen.forward(100)
        pen.right(61)
        pen.forward(200)
        pen.right(181)
    pen.hideturtle()
draw1()
turtle.done()
```

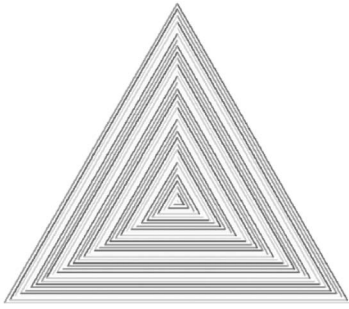


图 1.17

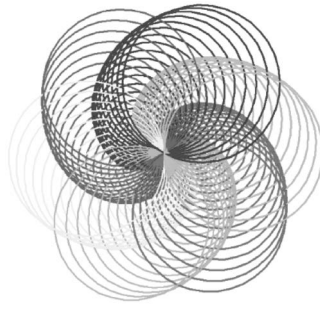


图 1.18

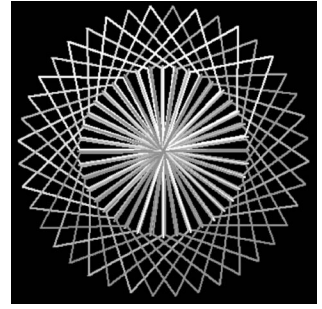


图 1.19

12. 绘制五彩图 2,运行结果如图 1.20 所示。

```
import turtle
def draw2():
    colors = ["red", "orange", "yellow", "green", "blue", "purple"]
    pen = turtle.Turtle()
    pen.speed(10)
    turtle.bgcolor("black")
    pen.pensize(2)
    initial_size = 30
    for i in range(200):
        pen.color(colors[i % 6])
        pen.forward(initial_size + i)
        pen.left(59)
    pen.hideturtle()
draw2()
turtle.done()
```

13. 绘制蝴蝶曲线,运行结果如图 1.21 所示。

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
t = np.arange(0.0, 12 * np.pi, 0.01)
x = np.sin(t) * (np.e ** np.cos(t) - 2 * np.cos(4 * t) - np.sin(t/12) ** 5)
y = np.cos(t) * (np.e ** np.cos(t) - 2 * np.cos(4 * t) - np.sin(t/12) ** 5)
plt.figure(figsize=(8,6))
plt.axis('off')
plt.plot(x,y,color='blue',linewidth='2')
# plt.show()
plt.savefig("butter.jpg",dpi=400)
```

14. 绘制五彩图 3,运行结果如图 1.22 所示。

```
from turtle import *
import colorsys
speed(0)
bgcolor('black')
pensize(2)
hideturtle()
for i in range(16):
    for j in range(15):
        c = colorsys.hsv_to_rgb(i/15, j/20, 1)
        color(c)
```

```

rt(90)
circle(200 - j * 6, 90)
lt(90)
circle(200 - j * 6, 90)
rt(180)
circle(60, 24)
done()

```

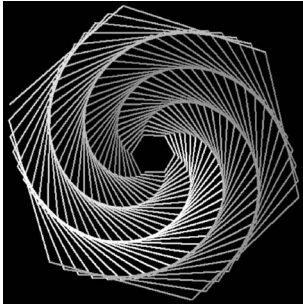


图 1.20

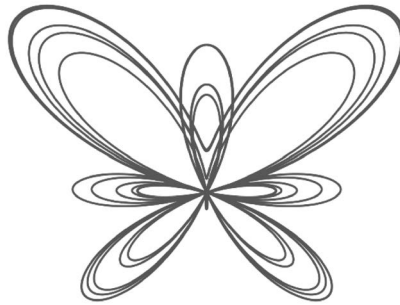


图 1.21

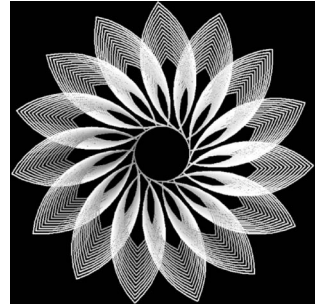


图 1.22

15. 绘制五彩图 4, 运行结果如图 1.23 所示。

```

import turtle
def draw6():
    colors = ["red", "orange", "yellow", "green", "blue", "purple"]
    pen = turtle.Turtle()
    pen.speed(10)
    turtle.bgcolor("black")
    pen.pensize(2)
    for i in range(29):
        pen.color(colors[i % 6])
        pen.circle(100)
        pen.left(25)
    pen.hideturtle()
draw6()
turtle.done()

```

16. 绘制紫色夜空下的樱花, 运行结果如图 1.24 所示。

```

from turtle import *
from random import *
from math import *
def tree(n, l):
    pd()
    t = cos(radians(heading() + 45)) / 8 + 0.25
    pencolor(t, t, t)
    pensize(n / 3)
    forward(l)
    if n > 0:
        b = random() * 15 + 10
        c = random() * 15 + 10
        d = l * (random() * 0.25 + 0.7)
        right(b)
        tree(n - 1, d)

```

```

        left(b + c)
        tree(n - 1, d)
        right(c)
    else:
        right(90)
        n = cos(radians(heading() - 45)) / 4 + 0.5
        pencolor(n, n * 0.3, n * 0.8)
        circle(3)
        left(90)
        if (random() > 0.7):
            pu()
            t = heading()
            an = -40 + random() * 40
            setheading(an)
            dis = int(800 * random() * 0.5 + 400 * random() * 0.3 + 200 * random() * 0.2)
            forward(dis)
            setheading(t)
            pd()
            right(90)
            n = cos(radians(heading() - 45)) / 4 + 0.5
            pencolor(n * 0.5 + 0.5, 0.4 + n * 0.4, 0.4 + n * 0.4)
            circle(2)
            left(90)
            pu()
            t = heading()
            setheading(an)
            backward(dis)
            setheading(t)
        pu()
        backward(1)
    setup(1000, 750)
    bgcolor(0.345, 0.212, 0.5)
    ht()
    speed(0)
    tracer(0, 0)
    pu()
    backward(100)
    left(90)
    pu()
    backward(300)
    tree(12, 100)
    done()

```

17. 绘制中秋月饼图,运行结果如图 1.25 所示。

```

import turtle
# 初始化
turtle.title("中秋节")
t = turtle.Turtle()
t.speed(100)
turtle.hideturtle()
t.hideturtle()

# 绘制月饼轮廓
t.color("#E6C846")

```

```

for i in range(20):
    t.right(198)
    t.begin_fill()
    t.forward(220)
    t.circle(40, 180)
    t.goto(0, 0)
    t.end_fill()
t.color("#FAA03C")
for i in range(20):
    t.right(198)
    t.begin_fill()
    t.forward(210)
    t.circle(40, 180)
    t.goto(0, 0)
    t.end_fill()

# 绘制月饼花纹
# 绘制圆
t.color("#E6C846")
t.pensize(8)
t.penup()
t.goto(0, -200)
t.pendown()
t.circle(200)
t.pensize(5)
t.penup()
t.goto(0, -190)
t.pendown()
t.circle(190)
# 绘制正方形
t.penup()
t.goto(100, 100)
t.pendown()
for i in range(4):
    t.right(90)
    t.forward(200)
t.penup()
t.goto(90, 90)
t.pendown()
for i in range(4):
    t.right(90)
    t.forward(20)
    t.penup()
    t.forward(140)
    t.pendown()
    t.forward(20)

# 添加文字
turtle.penup()
turtle.goto(-97, 20)
turtle.pendown()
turtle.color("#F5E16F")
turtle.write("明德笃行", font=("华文行楷", 35, "bold"))
turtle.penup()

```

```

turtle.goto(-100, -30)
turtle.pendown()
turtle.write("自强日新", font = ("华文行楷", 35, "bold"))
turtle.goto(-98, -68)
turtle.pendown()
turtle.write("重庆理工大学", font = ("黑体", 23, "bold"))
turtle.done()

```

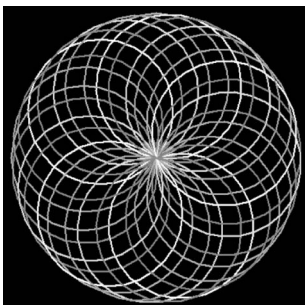


图 1.23

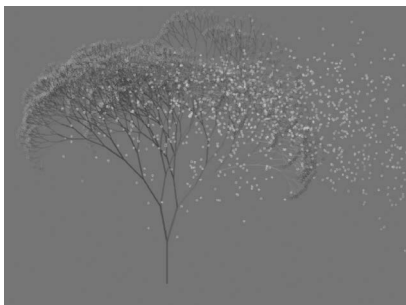


图 1.24



图 1.25

18. 绘制湖光月亮,运行结果如图 1.26 所示。

```

import turtle
import random
t = turtle.Turtle()
turtle.setup(800, 600)
turtle.screensize(bg = "darkblue")
t.hideturtle()
t.speed(20)
# 绘制湖面
t.penup()
t.goto(-400, -150)
t.color("blue")
t.fillcolor("blue")
t.pendown()
t.begin_fill()
for i in range(2):
    t.forward(800)
    t.right(90)
    t.forward(150)
    t.right(90)
t.end_fill()
# 绘制星星
t.color("yellow")
for i in range(50):
    t.penup()
    t.goto(random.randint(-350, 350), random.randint(-130, 290))
    t.pendown()
    t.dot(random.randint(1, 8), "yellow")
# 绘制月亮
t.penup()
t.goto(-150, 50)
t.fillcolor("yellow")
t.pendown()

```

```
t.begin_fill()
t.circle(80)
t.end_fill()
turtle.done()
```

★19. 河南焦作市温县陈家沟村是中国首批非物质文化遗产中华太极拳的发源地,是举世闻名的武林圣地。之所以称之为太极故里,不仅因为黄河与洛河交汇孕育出了太极阴阳文化,更因为在这里诞生了风靡世界的武术精粹——太极拳。利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 Taiji. py,并运行该程序,运行结果如图 1.27 所示。

```
from turtle import *
def yin(radius, color1, color2):
    width(3)
    color("black", color1)
    begin_fill()
    circle(radius/2., 180)
    circle(radius, 180)
    left(180)
    circle(-radius/2., 180)
    end_fill()
    left(90)
    up()
    forward(radius * 0.35)
    right(90)
    down()
    color(color1, color2)
    begin_fill()
    circle(radius * 0.15)
    end_fill()
    left(90)
    up()
    backward(radius * 0.35)
    down()
    left(90)
def main():
    reset()
    yin(200, "black", "white")
    yin(200, "white", "black")
    ht()
    return "Done!"

main()
import turtle
window = turtle.Screen()
bage = turtle.Turtle()
radius = 100
bage.width(3)
bage.color("black", "black")
bage.begin_fill()
bage.circle(radius/2, 180)
bage.circle(radius, 180)
bage.left(180)
bage.circle(-radius/2, 180)
bage.end_fill()
```

```

bage.left(90)
bage.up()
bage.forward(radius * 0.35)
bage.right(90)
bage.down()
bage.color("white", "white")
bage.begin_fill()
bage.circle(radius * 0.15)
bage.end_fill()
bage.left(90)
bage.up()
bage.backward(radius * 0.7)
bage.down()
bage.left(90)
bage.color("black", "black")
bage.begin_fill()
bage.circle(radius * 0.15)
bage.end_fill()
bage.right(90)
bage.up()
bage.backward(radius * 0.65)
bage.right(90)
bage.down()
bage.circle(radius, 180)
bage.ht()
window.exitonclick()

```



图 1.26

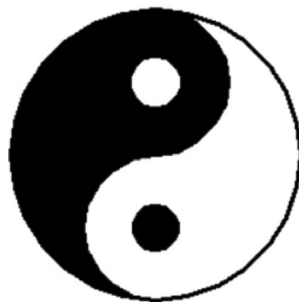


图 1.27

★20. 中国航天事业起始于1956年。中国于1970年4月24日发射第一颗人造地球卫星,是继苏联、美国、法国、日本之后世界上第5个独立发射人造卫星的国家。“天宫”空间站、“嫦娥探月”工程、“神舟五号”、“天问一号”、“羲和号”、“长征”系列运载火箭、“天链”卫星、“神舟十二号”、“东方红一号”、“神舟一号”被称为中国航天十大成就。

1992年3月22日,中国“长二捆”(CZ-2E)火箭的点火启动器控制连接点上出现了一个质量仅为0.15毫克的铝屑。这是一个概率极小的偶发事故,正是这一点点多余物导致了火箭发射的失败。这次发射是为了帮助澳大利亚发射通信卫星“奥普斯图B1号”。在发射过程中,第三助推器的点火触点由于这块2厘米左右的多余铝屑所产生的电弧接通了关机触点,造成助推器在点火后随即关机,火箭主计算机测得推力不够,所以发动机于7秒后实施了紧急关机,最终导致发射失败。1994年,为了牢记这个惨痛的教训,原中国航天工业总公

司决定将每年的 3 月 22 日定为航天质量日。

1996 年 6 月,欧洲研制的“阿丽亚娜 5 型”运载火箭首次飞行,由于无法到达指定轨道,任务以失败告终,造成 3.7 亿美元损失。故障原因是“阿丽亚娜 5 型”运载火箭基于前一代 4 型火箭开发。在 4 型火箭系统中,对某个水平速率的测量值使用了 16 位的变量及内存,因为在 4 型火箭系统中反复验证过,这个值不会超过 16 位。5 型火箭的开发人员简单复制了这部分程序,而没有对新火箭进行数值的验证,结果导致了致命的数值溢出,火箭在发射后 37 秒便从原始路径偏移,最终不得不启动火箭自毁程序。

利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 hangtian.py,并运行该程序,运行结果如图 1.28 所示。

```
import turtle as t
import math as m
t.setup(600,700)

def jump(x, y):
    t.penup()
    t.goto(x,y)
    t.pendown()

def draw_x(a, i):
    angle = m.radians(i)
    return a * m.sin(angle)

def draw_y(b, i):
    angle = m.radians(i)
    return b * m.cos(angle)

jump(-6, 256)          # 绘制火箭主体
t.pensize(3)
t.color("#EEEEFF2")
t.fillcolor()
t.begin_fill()
for i in range(45):
    x = draw_x(42,i) + (-6)
    y = draw_y(256,i)
    t.goto(x,y)
t.right(90)
t.fd(60)
t.right(30)
t.fd(10)
t.left(30)
t.fd(175)
t.seth(-60)
t.fd(60)
t.seth(-90)
t.fd(160)
t.seth(-45)
t.fd(23)
t.seth(-90)
t.fd(20)
t.right(90)
```

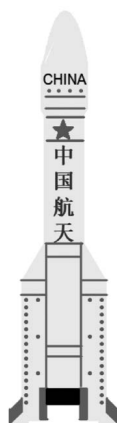


图 1.28

```

t.fd(24)
t.right(90)
t.fd(7)
t.left(90)
t.fd(25)
t.right(90)
t.fd(45)
t.left(90)
t.fd(47)
t.left(90)
t.fd(45)
t.right(90)
t.fd(25)
t.left(90)
t.fd(7)
t.right(90)
t.fd(24)
t.right(90)
t.fd(20)
t.right(45)
t.fd(23)
t.left(45)
t.fd(160)
t.right(30)
t.fd(60)
t.left(30)
t.fd(175)
t.left(30)
t.fd(7)
t.right(30)
t.fd(60)
for i in range(47):
    x = draw_x(-42,i) + (-6)
    y = draw_y(256,i)
    t.goto(x, y)
t.end_fill()
jump(-35, 152)
t.color("black")
t.write("CHINA", font = ("Arial", 15))
t.color("#7B7E85")
jump(-28,148)
t.dot(5)           # 点绘制函数
jump(-15,148)
t.dot(5)
jump(0,148)
t.dot(5)
jump(15,148)
t.dot(5)
jump(-33,140)
t.seth(0)
t.fd(53)
t.color("red")
jump(-31,112)
t.fd(50)

```

```

t.color("#7B7E85")
jump(-33, -60)
t.fd(50)
jump(-30, -78)
t.fd(45)
t.color("red")
jump(-33, 124)
t.fd(53)
t.color("red")
jump(-31, 80)
t.fd(49)
jump(-12, 98)
t.seth(0)
t.begin_fill()
t.color("red")
t.fillcolor("red")
for i in range(1, 6):
    t.left(72)
    t.forward(10)
    t.right(144)
    t.forward(10)
t.end_fill()
t.tracer(True)
word = "中国航天"
y = 45
delta_y = 35
for c in word:
    t.penup()
    t.setx(-22)
    t.sety(y)
    t.color('blue')
    t.write(c, font = ("宋体", 22, "bold"))
    y -= delta_y
t.color("#7B7E85")
t.pensize(3)
jump(-32, -61)
t.seth(-90)
t.fd(196)
jump(15, -59)
t.fd(196)
t.seth(0)
jump(-66, -110)
t.fd(34)
jump(-66, -130)
t.fd(34)
jump(16, -110)
t.fd(34)
jump(16, -130)
t.fd(34)
jump(-30, -214)
t.fd(46)
jump(-30, -200)
t.fd(46)
jump(-59, -137)

```

```

t.color('red')
for i in range(15):
    if(i % 5 == 0):
        jump(-59 + 16, -(137 + (i * 10)))
        t.dot(5)
        jump(-59, -(137 + (i * 10)))
        t.dot(5)
jump(43, -137)
t.color('red')
for i in range(15):
    if (i % 5 == 0):
        jump(43 - 16, -(137 + (i * 10)))
        t.dot(5)
        jump(43, -(137 + (i * 10)))
        t.dot(5)
jump(-65, -271)
t.color("#7B7E85")
t.begin_fill()
t.fillcolor()
t.seth(-90)
t.fd(19)
t.right(45)
t.fd(22)
t.seth(90)
t.fd(20)
t.end_fill()
jump(50, -271)
t.begin_fill()
t.fillcolor()
t.seth(-90)
t.fd(19)
t.left(45)
t.fd(22)
t.seth(90)
t.fd(20)
t.end_fill()
jump(-30, -258)
t.seth(180)
t.begin_fill()
t.fillcolor()
t.fd(10)
t.left(90)
t.fd(42)
t.left(90)
t.fd(10)
t.end_fill()
jump(13, -258)
t.seth(0)
t.begin_fill()
t.fillcolor()
t.fd(10)
t.right(90)
t.fd(42)
t.right(90)

```

```

t.fd(10)
t.end_fill()
jump(-31, -259)
t.color('black')
t.begin_fill()
t.fillcolor()
t.seth(0)
t.fd(43)
t.right(90)
t.fd(20)
t.right(90)
t.fd(43)
t.right(90)
t.fd(20)
t.end_fill()
t.hideturtle()

def get_click_coord(x, y):
    print("单击坐标点: ({} , {})".format(x, y))
    print("海龟当前角度: {}".format(t.heading()))

canvas = t.Screen()
canvas.onscreenclick(get_click_coord)
canvas.mainloop()
t.hideturtle()          # 隐藏海龟
t.done()

```

★21. 春联是中国人过春节时常见的喜庆元素,它以对仗工整、简洁精巧的文字描绘美好景象,抒发美好愿望,是中国特有的文学形式,是华人们过春节的重要习俗。世界纪录协会收录的世界最早的春联是“三阳始布,四序初开。”这副春联记载在莫高窟藏经洞出土的敦煌遗书,撰联人为唐代的刘丘子,作于开元十一年(723年)。利用 IDLE 文件方式,输入以下代码,保存文件为 chunlian.py,并运行该程序,运行结果如图 1.29 所示。

```

import turtle as t
def draw_background(startX = 0, startY = 0, lenX = 100, lenY = 100): # 设置背景
    t.color('Red', 'Red')
    t.pu() # 抬笔,定位起点
    t.goto(startX, startY)
    t.pd() # 落笔,绘制春联矩形框,并填充颜色
    t.begin_fill()
    for i in range(2):
        t.fd(lenX)
        t.rt(90)
        t.fd(lenY)
        t.rt(90)
    t.end_fill()
    t.pu() # 结束后抬笔

def writeWord(target_word, startx, starty):
    t.color('Yellow')

```

祖国昌盛

一马当先,文明法治,共筑强国梦

三羊开泰,敬业诚信,同唱和谐歌

图 1.29

```

t.pu()                                # 抬笔定位
t.goto(startx, starty)
t.pd()
# 基于所设置的字体,显示汉字
t.write(target_word, move=False, align='left', font=('华文行楷', 30, 'normal'))

def writeWords(target_words, startx, starty, lineNum=1):
    # 显示多个汉字,lineNum 控制每行的汉字数,默认为 1
    right_shift = 0                    # 向右、向下的偏移量
    down_shift = 0
    for word in target_words:          # 遍历来显示汉字
        writeWord(word, startx + right_shift * 45, starty - down_shift * 45)
        right_shift += 1
        if right_shift % lineNum == 0: # 判断是否要换行
            down_shift += 1
            right_shift = 0

def main():                            # 定义主函数
    draw_background(-220, 300, 60, 680)
    writeWords(target_words='一马当先,文明法治,共筑强国梦', startx=-213, starty=255)
    draw_background(150, 300, 60, 680)
    writeWords(target_words='三羊开泰,敬业诚信,同唱和谐歌', startx=157, starty=255)
    draw_background(-110, 350, 210, 50)
    writeWords(target_words='祖国昌盛', startx=-95, starty=295, lineNum=4)
    t.pu()
    t.goto(0, 0)
    t.hideturtle()
    t.done()
main()

```

22. 绘制 Mandelbrot 集,运行结果如图 1.30 所示。

```

import numpy as np
from PIL import Image
from numba import jit
MAXITERS = 200
RADIUS = 100

@jit
def color(z, i):
    v = np.log2(i + 1 - np.log2(np.log2(abs(z)))) / 5
    if v < 1.0:
        return v ** 4, v ** 2.5, v
    else:
        v = max(0, 2 - v)
        return v, v ** 1.5, v ** 3

@jit
def iterate(c):
    z = 0j
    for i in range(MAXITERS):
        if z.real * z.real + z.imag * z.imag > RADIUS:
            return color(z, i)
        z = z * z + c
    return 0, 0, 0

```