

# 《机器视觉》实验指导书

V 1.0

## 实验三 1D/2D 测量实验



哈尔滨工业大学（深圳）  
实验与创新实践教育中心

## 目录

3.1 实验目的 .....	2
3.2 实验注意事项 .....	2
3.3 实验原理 .....	2
3.3.1 1D 测量 .....	2
3.3.2 2D 测量 .....	3
3.4 实验设备 .....	4
3.5 实验内容 .....	4
3.6 实验步骤——编程实现尺寸测量 .....	4
3.6.1 通过 Halcon 实现 1D 测量 .....	4
3.6.2 通过 Halcon 实现 2D 测量 .....	8
3.6.3 VS 联合 Halcon 实现测量 .....	13
3.7 实验任务要求 .....	14

### 3.1 实验目的

- 1) 了解图像目标几何特征的测量方法，包括对目标或者区域几何尺寸的测量和形状特征分析；
- 2) 掌握一维测量过程，调用相关算子实现零件尺寸测量；
- 3) 掌握二维测量过程，调用相关算子实现零件二维特征测量；
- 4) 掌握 Halcon 联合 VS 通过编程实现上述功能；

### 3.2 实验注意事项

- 1) 实验过程中关键器件轻拿轻放，爱护实验设备，避免用手直接触摸相机镜头，禁止未经允许随意拆装。
- 2) 相机和光源接线时，必须仔细核对是否正确（否则极易损坏器件）。
- 3) 实验结束，必须确保实验平台所有器件回归原位并摆放整齐，关闭电源并整理实验台，经老师检查后方可离开。

### 3.3 实验原理

#### 3.3.1 1D 测量

构造测量对象——建立测量区域需要创建一个矩形或扇环形的 ROI，然后作等距投影线，与轮廓线垂直，长度等于 ROI 的宽度，如图 3-1 所示。

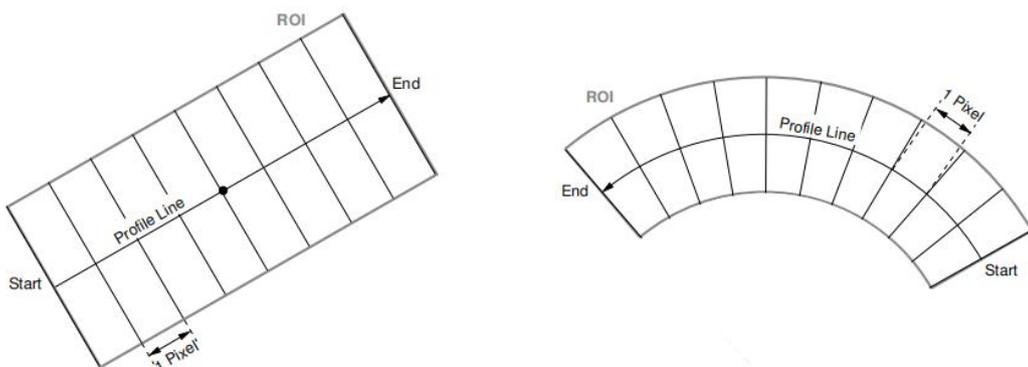


图 3-1 建立测量区域

获得测量区域的灰度变化。计算测量区域内垂直于轮廓线上单位像素间隔的平均灰度值，即计算投影线的平均灰度。投影线的长度是测量区域的宽，计算出

各个平均灰度值即可得到整个轮廓线的灰度值。再此过程中，如果测量矩形不是水平或者垂直状态，则需沿投影线对像素值进行插值，方法有：最邻近区域法（Nearest\_neighbor）、双线性插值法（Bilinear）、双三次插值法（Bicubic）等。

获得轮廓线灰度值后，需要对其进行平滑处理，消除干扰。可以选择高斯平滑滤波器进行平滑处理。通过求平滑后的轮廓线的一阶导数，可以确定轮廓线上的极值点。极值大于 0 表明边缘灰度由暗到亮变化（Positive），极值小于 0 表明边缘灰度由亮到暗变化（Negative），相邻两个局部极值构成边缘对。

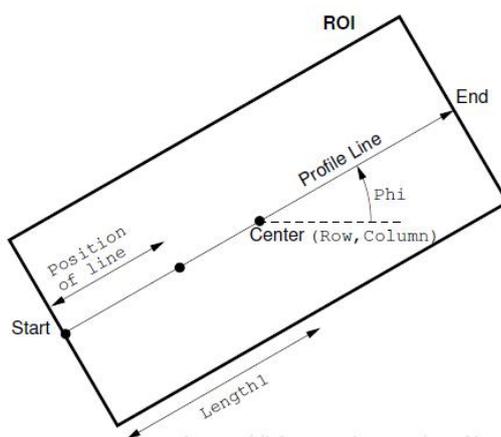


图 3-2 测量边缘

测量结束后需要关闭测量句柄，清除测量对象。典型算子以及流程如下图 3-3 所示。

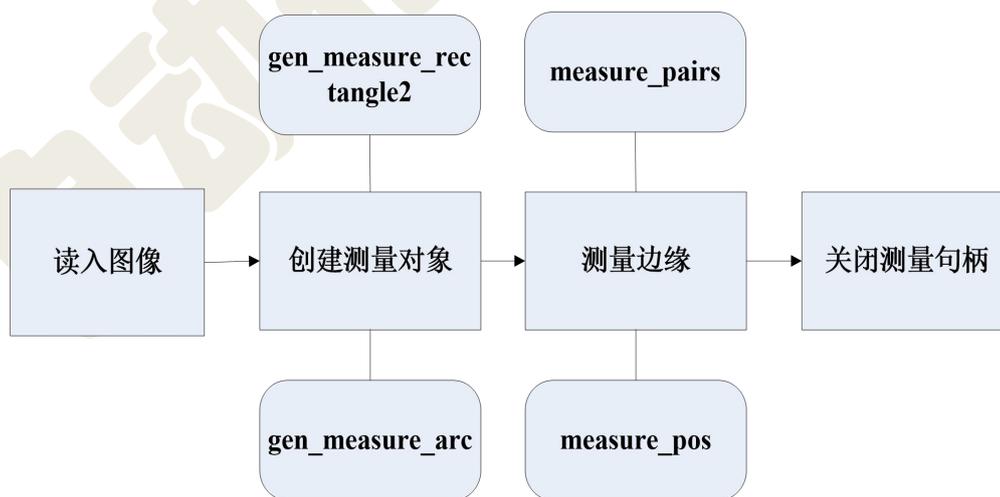


图 3-3 1D 测量流程

### 3.3.2 2D 测量

二维测量提取的二维特征通常包括面积（对象的像素数）、方向、角度、

位置、尺寸（直径、宽、高或对象之间的距离）及对象数量。二维测量任务从创建提取图像的区域或轮廓开始，提取感兴趣的特征主要有区域处理、轮廓处理和几何运算等步骤。

典型算子以及流程图如下图 3-4 所示。

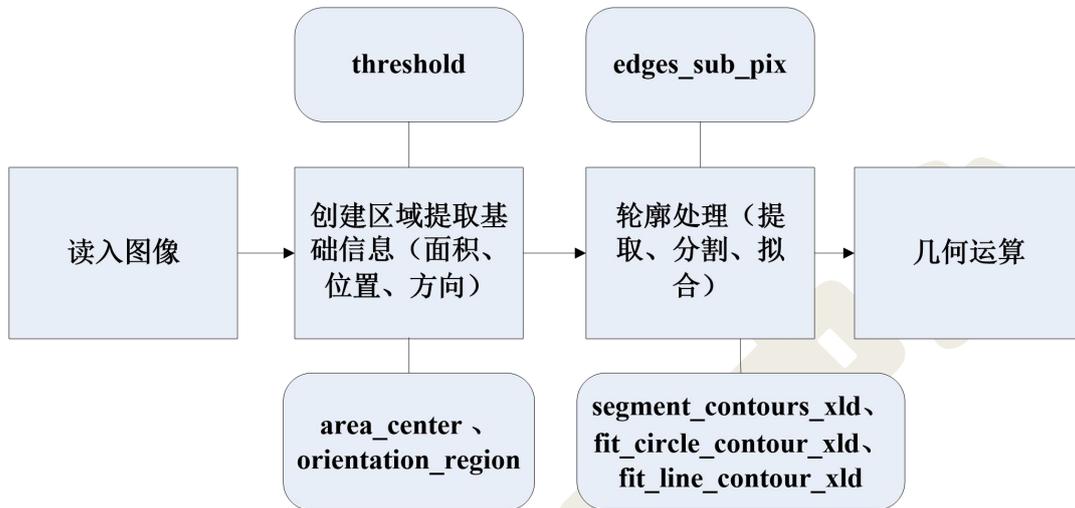


图 3-4 2D 测量流程

### 3.4 实验设备

Basler A1300-60gm 黑白相机（包含 12mm 镜头及安装支架）、背光源、待测工件。

### 3.5 实验内容

- (1) 应用实验平台软件 KImage 实现机械工件尺寸测量，理解机器视觉 1D\2D 测量在实际项目中的应用。
- (2) 采用 Halcon 实现机械工件尺寸 1D\2D 测量。
- (3) VS 联合 Halcon，实现尺寸测量功能。

### 3.6 实验步骤——编程实现尺寸测量

#### 3.6.1 通过 Halcon 实现 1D 测量

- ① 打开 HALCON 测量助手，打开“打开新的 Measure”，读入图像（实验

时可在线拍摄），如图 3-5。

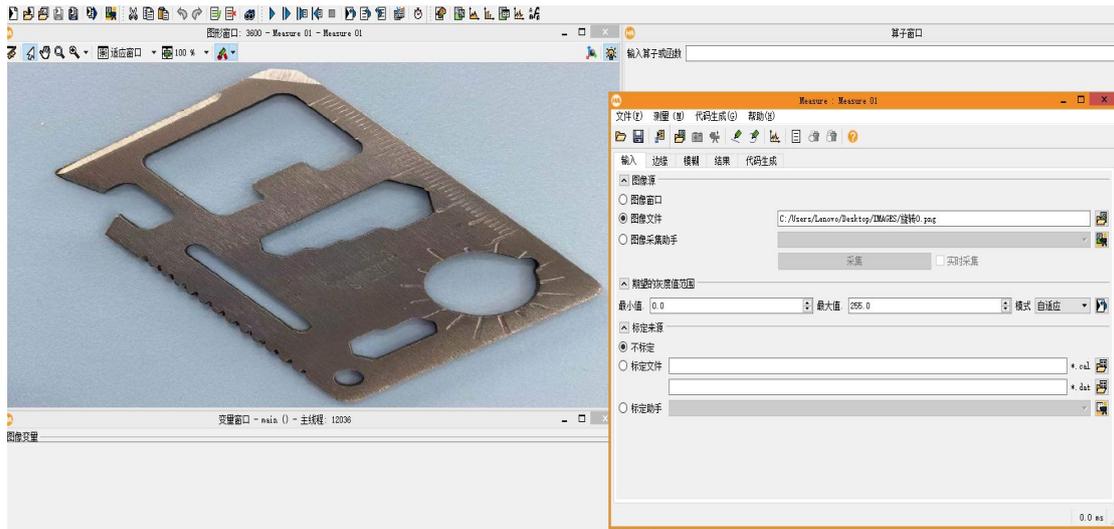


图 3-5 新的 Measure

② 选择“边缘”选项卡，然后选择“”图标按钮，按住鼠标左键不放，在图像的测量处画线段，松开左键，点击右键生成线段和边缘，如图 3-6。

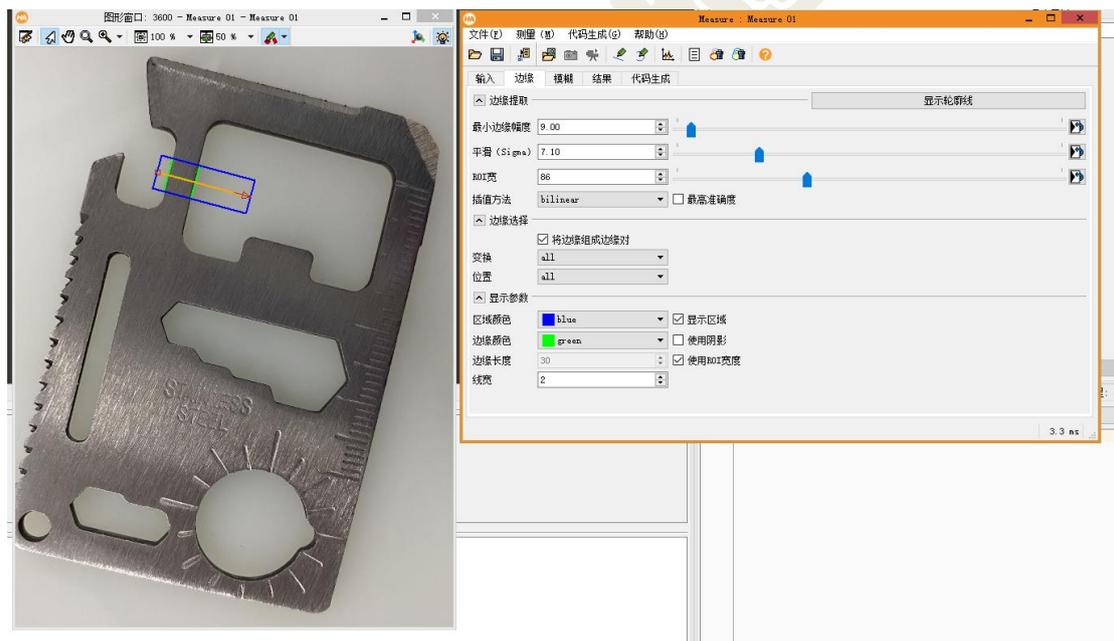


图 3-6 “边缘”选项卡

在“边缘”选项卡中，“边缘提取”参数解释如下：

- 最小边缘幅度：边缘强度的阈值；
- 平滑（Sigma）：高斯平滑系数，越大光滑越明显；
- ROI 宽：决定用于灰度值插值的区域宽度；
- 插值方法：最邻近区域法（Nearest\_neighbor）、双线性插值法

(Bilinear)、双三次插值法 (Bicubic) 等;

“边缘选择”参数解释如下:

- 变换: 可以选择正向、负向或者全选。正向与负向边缘的意义在原理部分已做介绍, 这里不再重复;
- 位置: 可以选择第一个边缘、最后一个边缘或者全部都选  
若需要提取出来的边缘成对, 可以勾选“将边缘组成边缘对”。

点击“显示轮廓线”按钮, 出现的窗口中, 勾选“导数”, 拖动平滑按钮, 观察到平滑的、明显的振幅, 则边缘提取效果为佳。如图 3-7 所示。

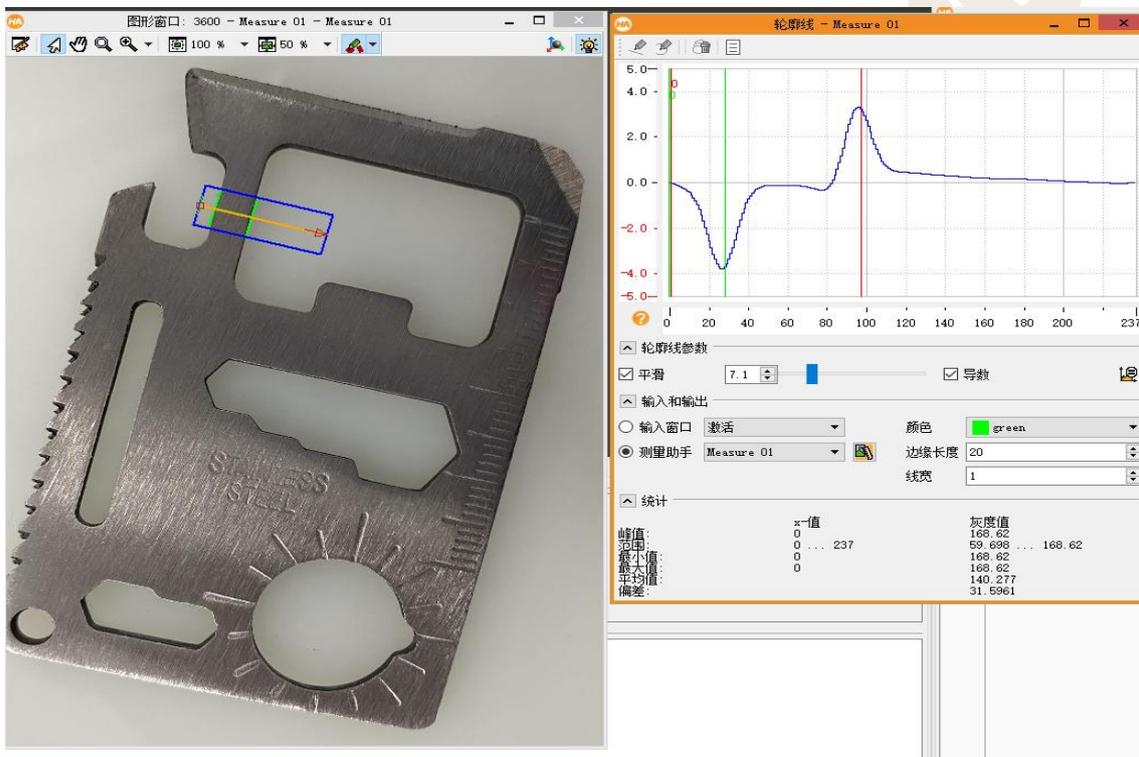


图 3-7 显示轮廓线

③ 切换到“结果”选项卡, 显示当前参数设置下的测量结果, 如图 3-8。“宽”表示边缘内两边缘的距离, 本例中该数据就是我们的测量目标; “距离”表示连续边缘对之间的距离, 本例中只有一对边缘, 所以此参数为空。

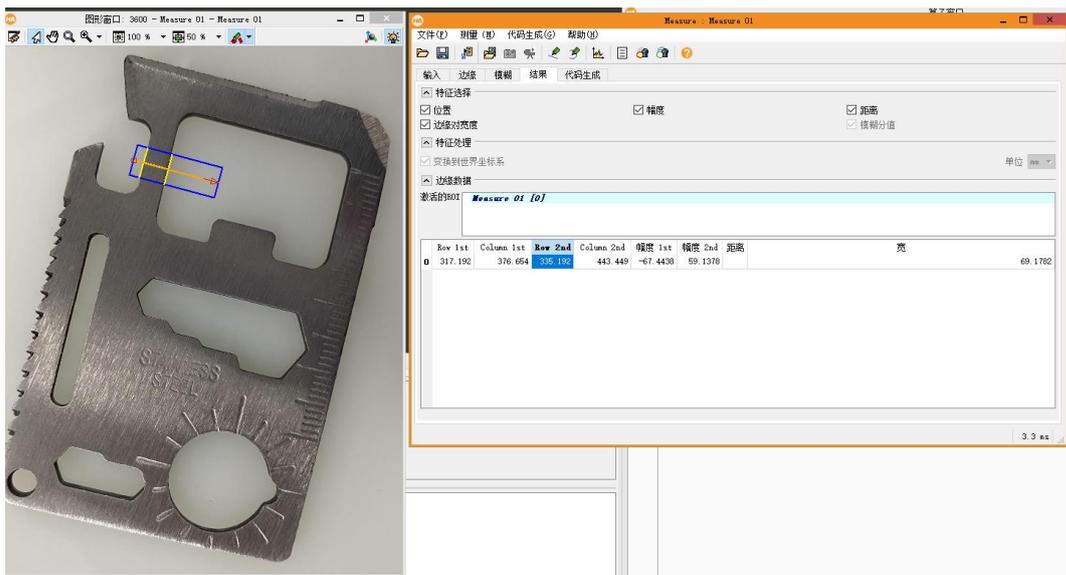


图 3-8 “结果”选项卡

④ 选择“代码生成”选项卡，可以将上述操作的代码插入编辑区。如图 3-9。

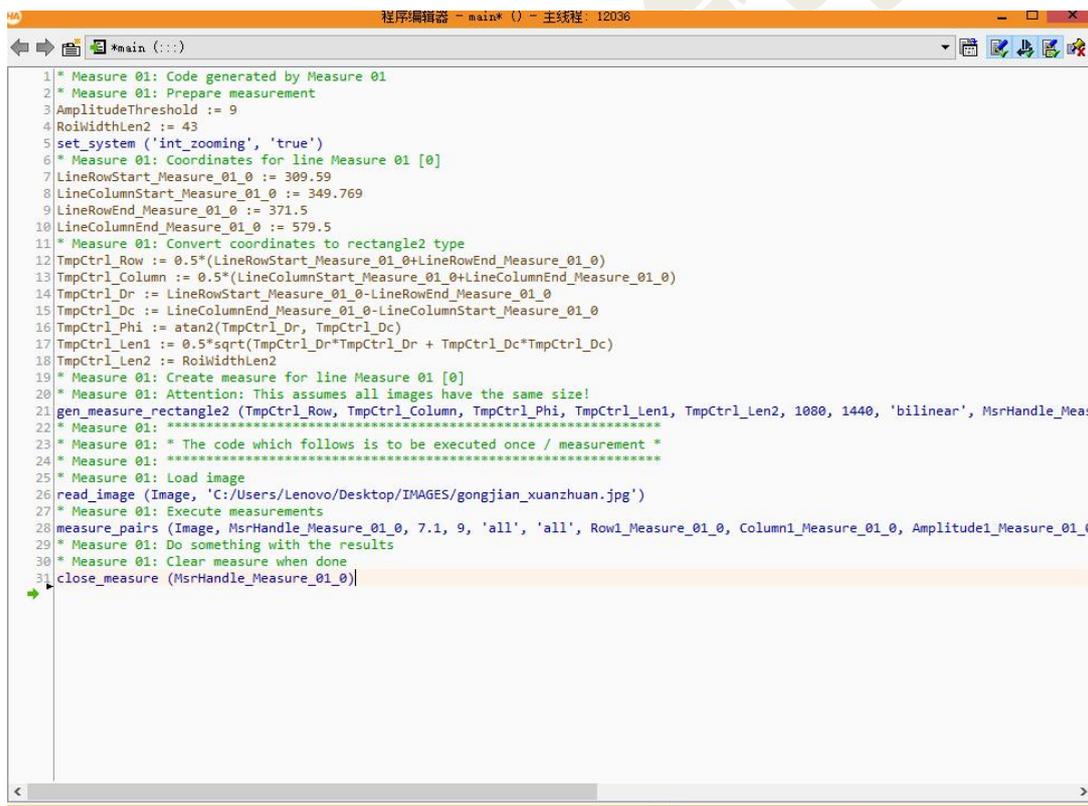


图 3-9 生成代码

⑤ 为了辅助图形显示，可以选择在编辑区适当位置加入合适的显示代码。这里给出参考代码如下（具体使用方法要根据实际代码逻辑，不可照抄，此部分功能不做强制要求）：

\*设置填充为边界

dev\_set\_draw('margin')

dev\_set\_color('green')

**\*生成矩形 ROI**

gen\_rectangle2(ROI,TempCtrl\_Row,TempCtrl\_Column,TempCtrl\_Phi,TempCtrl\_Len1,TempCtrl\_Len2)

**\*显示矩形**

dev\_display(ROI)

**\*根据提取的边缘点生成 XLD 轮廓显示**

gen\_contour\_polygon\_xld(EdgeFirst,[-sin(TempCtrl\_Phi+rad(90))\*TempCtrl\_Len2+Row1\_Measure\_01\_0[0],-sin(TempCtrl\_Phi-rad(90))\*TempCtrl\_Len2+Row1\_Measure\_01\_0[0],[cos(TempCtrl\_Phi+rad(90))\*TempCtrl\_Len2+Column1\_Measure\_01\_0[0],cos(TempCtrl\_Phi-rad(90))\*TempCtrl\_Len2+Column1\_Measure\_01\_0[0]])

gen\_contour\_polygon\_xld(Edgesecound,[-sin(TempCtrl\_Phi+rad(90))\*TempCtrl\_Len2+Row2\_Measure\_01\_0[0],-sin(TempCtrl\_Phi-rad(90))\*TempCtrl\_Len2+Row2\_Measure\_01\_0[0],[cos(TempCtrl\_Phi+rad(90))\*TempCtrl\_Len2+Column2\_Measure\_01\_0[0],cos(TempCtrl\_Phi-rad(90))\*TempCtrl\_Len2+Column2\_Measure\_01\_0[0]])

**\*用不同颜色显示边缘**

dev\_set\_color('blue')

dev\_display(EdgeFirst)

dev\_set\_color('magenta')

dev\_display(Edgesecound)

最终测量结果，本示例所测机械工件的部分尺寸结果(像素距离)如下图 3-10 方框显示。

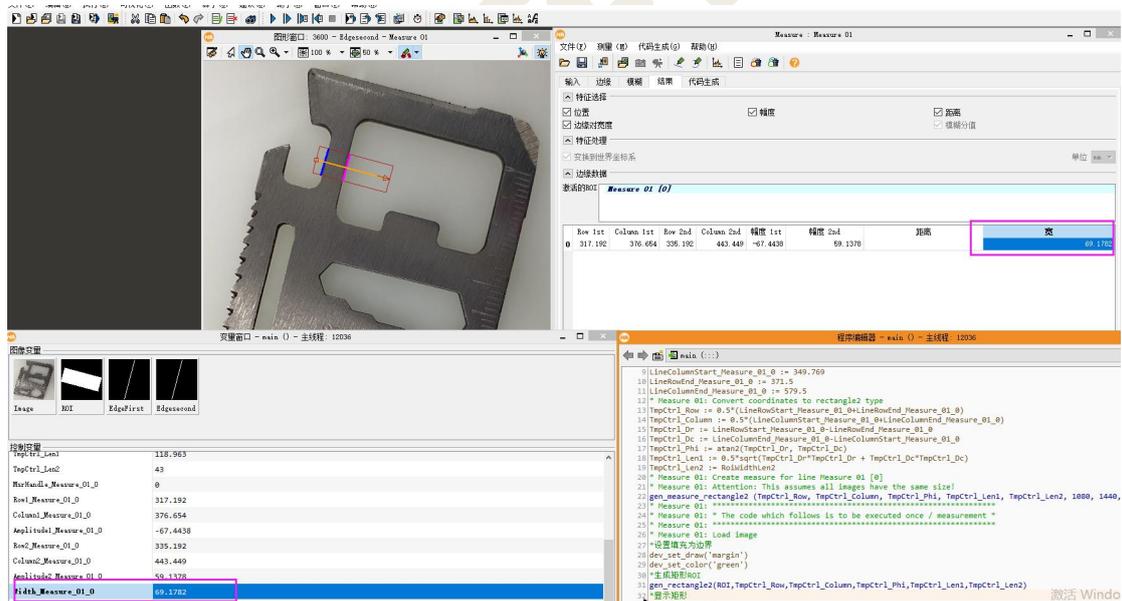


图 3-10 测量结果

### 3.6.2 通过 Halcon 实现 2D 测量

halcon 二维测量的基本思路:

- ① 图片预处理，使要测量的特征凸显化，去除噪点干扰等（若图像效果好，

这一步可省略)。

② 阈值化，通过阈值化抽取出图像的特征，借助灰度直方图快速找到阈值范围。常用相关算子“threshold”；

③ 轮廓处理。创建轮廓、选择轮廓、分割轮廓、拟合轮廓、生成轮廓并提取特征等操作，常用相关算子“edges\_sub\_pix”，“select\_shape\_xld”，“segment\_contours\_xld”，“fit\_line\_contour\_xld”，“fit\_circle\_contour\_xld”，“gen\_contour\_polygon\_xld”，“gen\_circle\_contour\_xld”，“area\_center\_xld”，“orientation\_xld”。

④ 几何运算。计算直线之间夹角，点到点距离，点到线距离等。相关算子“angle\_ll”，“distance\_pp”，“distance\_pl”。

以上算子具体参数意义，可以查阅 Halcon 的帮助文档。

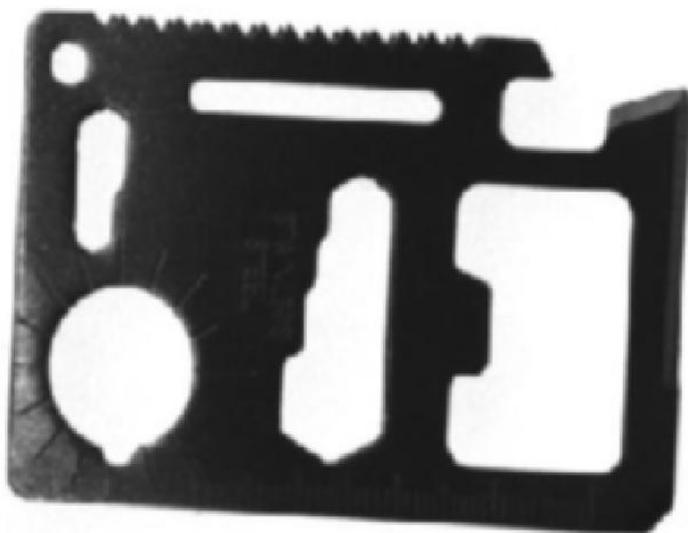
参考以上思路，测量如下机械工件的大圆圆心到最下方一条边的距离，以及大圆和小圆圆心的距离。实验中可以调整相机焦距、曝光度以及背光源亮度，使得被测工件的成像能够凸显边缘信息。



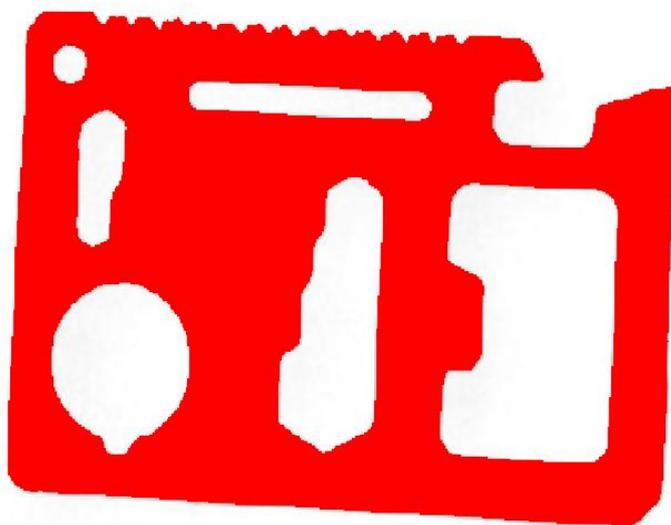
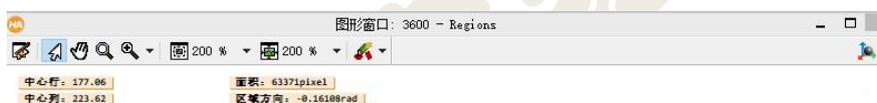
图 3-11 待测工件

上述操作思路图示：

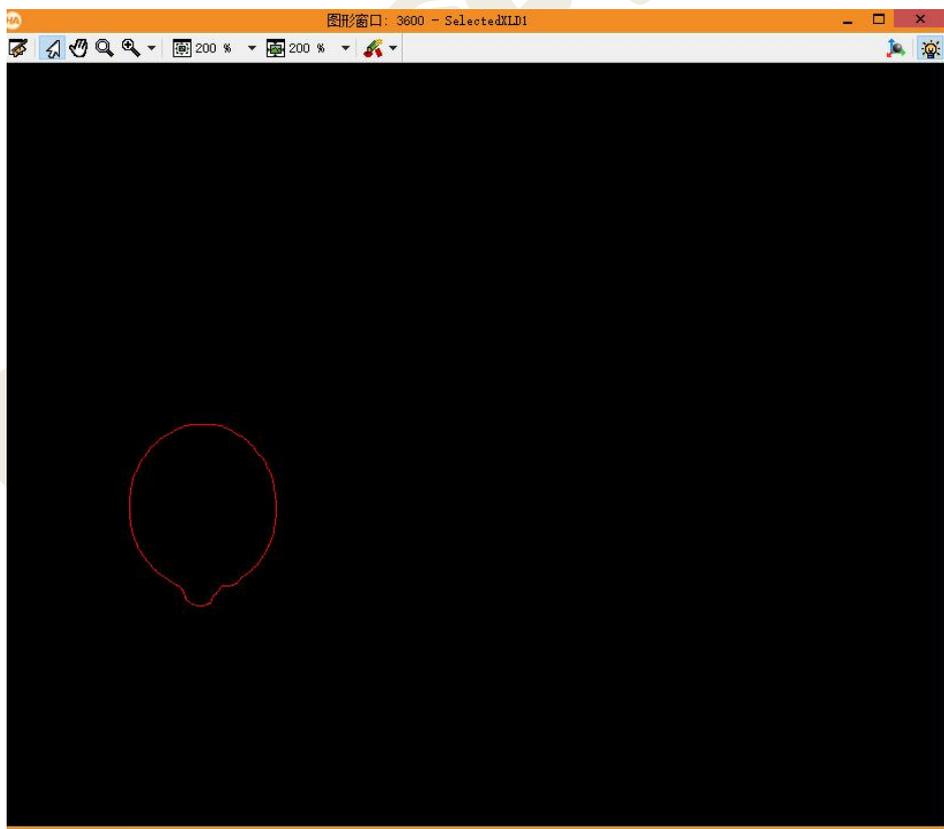
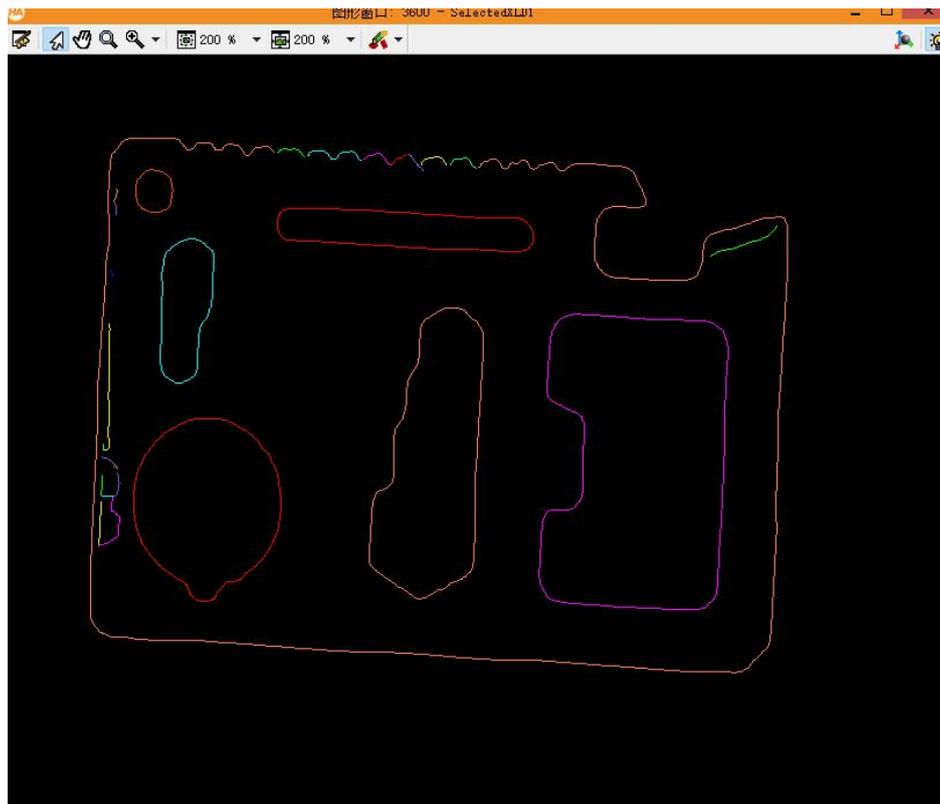
- ① 读图并 `mean_image/media_image` (图像效果好可省略此步骤)

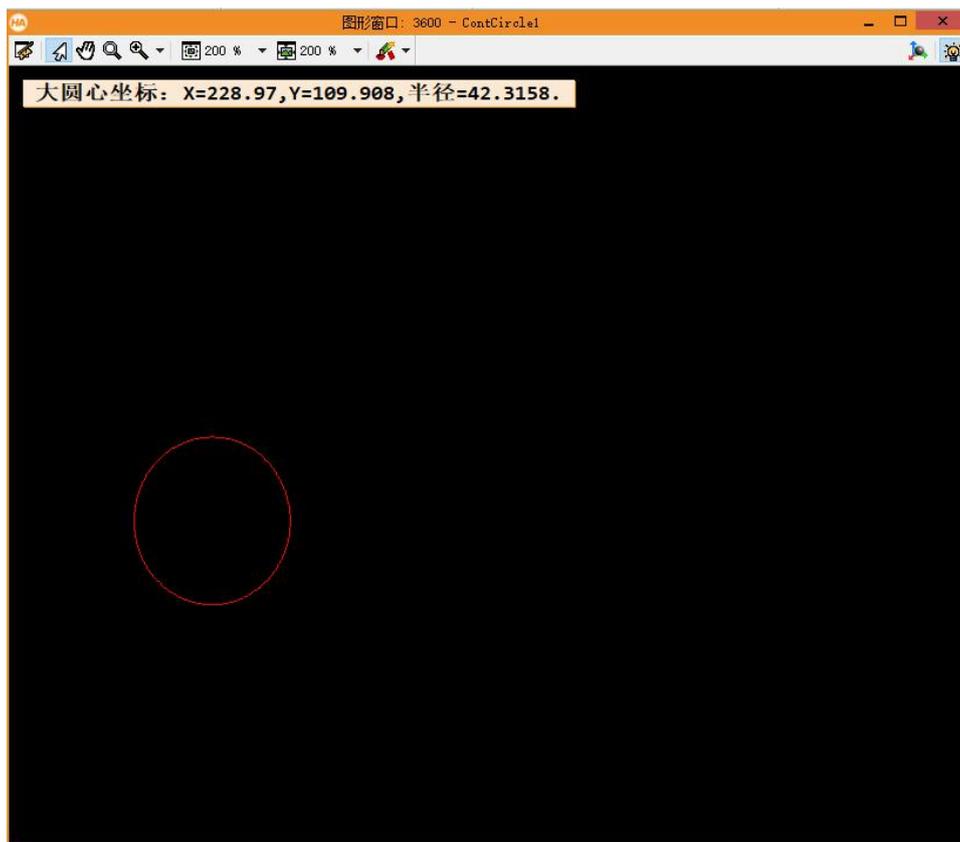


- ② Threshold

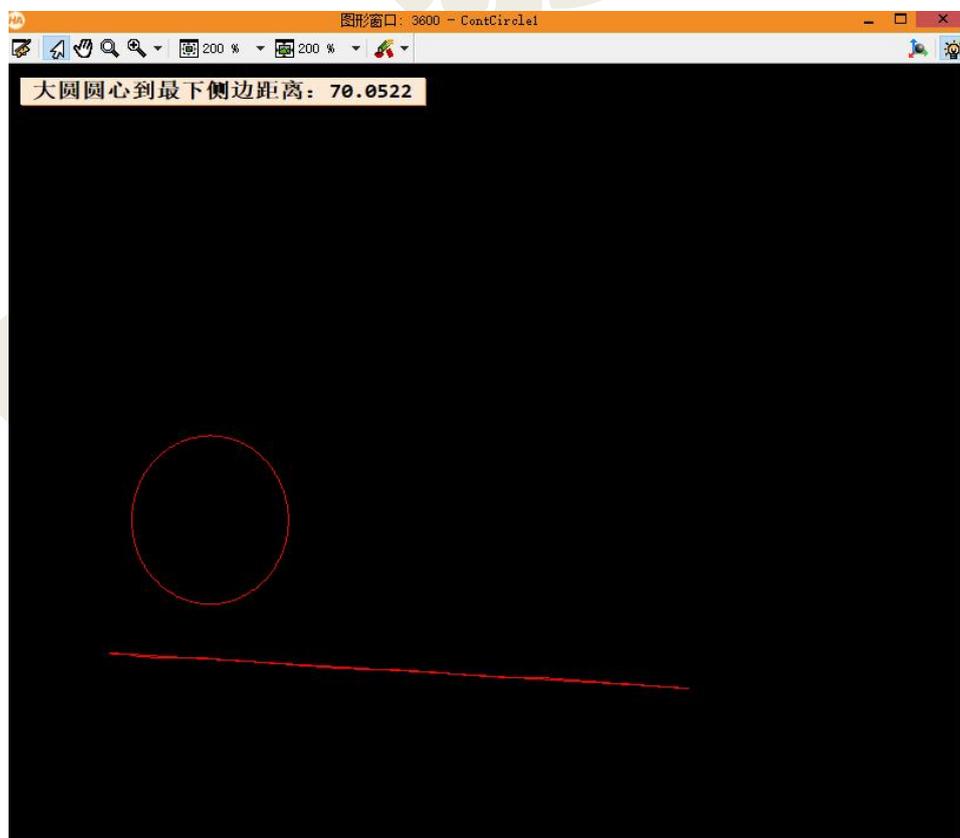


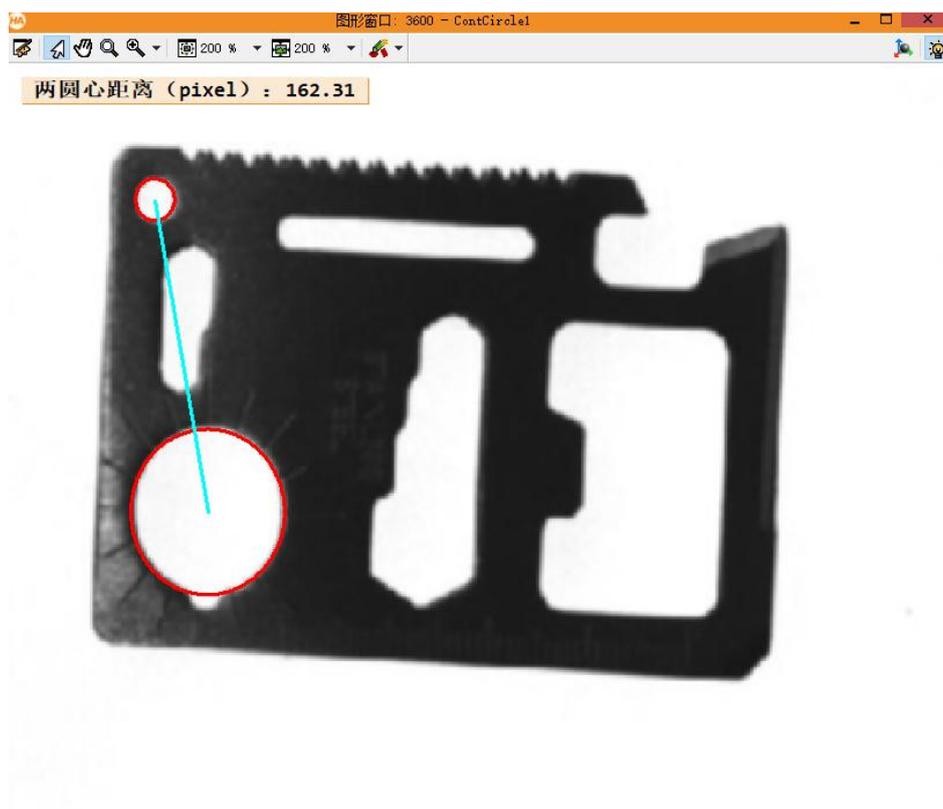
- ③ `edges_sub_pix`、`select_shape_xld`





④ 几何计算





### 3.6.3 VS 联合 Halcon 实现测量

通过 Halcon 导出 C++代码，在 VS 平台实现 1D/2D 测量，弹窗显示测量图像，并在控制台打印输出测量结果。参考结果如下图所示。

### 1 维测量结果如图:



### 2 维测量结果如图:



## 3.7 实验任务要求

- (1) 按指导书提示, 通过 Halcon 实现工件的一维和二维尺寸测量;
- (2) 任务(1)的 Halcon 导出代码在 VS 平台的实现;