# 《机械制图与CAD(一)》实验

# 实验一 简单平面图形的绘制

# 实验二 组合体的三视图绘制

# 实验一 简单平面图形的绘制

一、实验目的

1. 熟悉国标的基本规定,掌握制图基本知识和基本技能,树立基本的"标准"意识。

2. 掌握平面图形的尺寸标注的方法。

# 二、实验内容

用 A4 图纸(不留装订边)绘制指定平面图形(如下图 1)),并进行尺寸标注。 图纸、图线符合国家标准。



图 1

# 三、实验仪器

制图专用绘图工具一套

# 四、实验方法与步骤

#### 1. 实验要求:

用 A4 图纸用尺规绘制选定的简单平面图形。图框按不留装订边绘制,标题栏按照要求正确 填写。按照 1:1 比例,并标注尺寸。

#### 2. 实验方法与步骤:

(1)绘图前应对所画图形仔细分析研究,确定正确的作图步骤,特别要注意零件轮廓线上圆弧连接的各切点,圆心位置必须正确作出,在图面布置时还应考虑预留标注尺寸的位置。

(2)线型:粗实线宽度为 0.7 m,细虚线及细实线、细点画线宽度约为粗实线的 1/2,
即 0.35 m;细虚线画长约 4 m,间隔约 1 m;细点画线画长 15~20 m,两间隔加点的长度共约 3 m。

(3)字体:标题栏内的汉字均写长仿宋体,并按指定的字体大小先打格子,然后 写字;图名及校名用 10 号字, 图号写阿拉伯数字用 7 号字; 学生的姓名写在"制图" 右侧的框格内,用 5 号字;在"比例"右侧的框格内,先画两条间距为 5mm 的平行线, 按本作业的规定写 1:1.图中尺寸数字用 3.5 号字,写数字前应先画两条间距为 3.5 的平 行细线,以保证尺寸数字高度一致。

(4)箭头:宽约 0.7 血,长不小于宽度的 6 倍。

(5)加深:完成底稿后,用铅笔加深前,必须进行仔细校核,如有错误或缺点,即行改正,然后清理图面,按规定线型加深。加深时,圆规的铅芯应比画直线的铅笔芯软一号,且应先加深圆弧后加深直线。

# 实验二 组合体的三视图绘制

# 一、实验目的

1. 进一一步理解与巩固"物"与"图"之间的对应关系,运用形体分析法,根据 立体图(或模型)绘制组合体的三视图,并标注尺寸。

2. 树立标准意识,培养严谨细致的工作作风。

# 二、实验内容

用 A3 图纸(不留装订边)绘制指定立体图形的三视图(如下图 2)),并进行尺 寸标注。图纸、图线符合国家标准。(图中的孔、槽都是通孔,通槽)



图 2

# 三、实验仪器

制图专用绘图工具一套

# 四、实验方法与步骤

#### 1. 实验要求:

完整地表达组合体的内外形状。标注尺寸要完整、清晰,并符合国家标准。

#### 2. 实验方法与步骤:

(1)对所绘组合体进行形体分析;,选择主视图,按立体图所注尺寸(或模型实际大小)布置三个视图的位置(注意视图之间预留标注尺寸的位置),画出各视图的对称中心线、轴线和底面(顶面)位置线。

(2)逐步画出组合体各部分的三视图(注意表面相切或相贯时的画法)。

(3)标注尺寸时应注意:不要照搬立体图上标注的尺寸,应重新考虑视图上尺寸的配置,以尺寸完整、注法符合标准.配置适当为原则。

(4) 完成底稿, 经仔细校核后, 清理图面, 用铅笔加深。

(5) 图面质量与标题栏填写的要求同第一一次制图作业。

(6) 若画一个分题, 画在一张 A3 图纸上, 图号为 02; 若画两个分题, 则画在两张 A3 图纸上, 图号分别为 02 和 03。

# 《互换性与技术测量》实验

- 实验一 用合像水平仪测直线度误差
- 实验二 表面粗糙度检测
- 实验三 三针法测外螺纹单一中径偏差

# 实验一 用合像水平仪测直线度误差

一、实验目的

1. 掌握直线度误差的测量及数据处理方法,

2. 学会合像水平仪测量直线度误差。

# 二、实验内容

用合像水平仪测量车床导轨的直线度误差。

## 三、实验仪器

1.合像水平仪;

2.车床导轨。

# 四、实验原理

合像水平仪是用来测量被测直线上某两点 A、B 对水平位置的高度差的仪器,如 图 2-1 所示。合像水平仪的内部机构原理简图如图 2-1 (a) 所示。



(a) 合像水平仪水平
(b) 合像水平仪倾斜
1. 铰链支点 0 2. 充水小管 3. 气泡 4. 读数手轮 5. 测微螺杆 6. 底板 图 2-1 合像水平仪内部机构及调节原理示意图



当合像水平仪底板放置在水平位置时,调节读数手轮,使合像观察窗内水泡的像 由图 2-2(a)所示的不合像状态,调至图 2-2(b)所示的合像状态,此时,充水小 管处于水平位置,微分简读数正好为0(图 2-1(a).当底板与水平位置存在一个倾 角α时(如图 2-1(b)),调节读数手轮,测微螺杆将会带动充水小管绕铰链支点0 旋转,当充水小管调至水平位置时,读数手轮上可读得一读数k.由于倾角α很小,

 $\alpha \approx \tan \alpha \approx k \cdot 读数手轮的分度值$  (1.1)

若合像水平仪置于桥板上,而桥板两支点A、B(图 2-1)之间间距为L,则被测 直线上B点相对于A点对水平位置的高度差为:

#### 五、实验方法与步骤

### 1. 实验方法:

要测量一个长度为 1200 mm 导轨的直线度误差,可选择两支点间的长度为 165 mm (桥板两支点间的长度是可调的,被测直线的长度应为桥板两支点间长度的整数倍)。 如图 2-5 所示,先将桥板及合像水平仪安放于位置①,调节合像水平仪至合像,从读 数标尺上可见此时指针介于 3 与 4 之间,而读数手轮上的值为 52,此时合像水平仪 的读数值为 352 格 (读数手轮转一周,手轮上的刻度值走过 100 格,而读数标尺走过 1 格),这样就可测出测点 1 对测点 0 相对于水平位置的高度差;再将桥板移至位置 ②,可测出测点 2 对测点 1 相对于水平 位置的高度差,如此重复 6 次,可获得 6 个 测得值,将其记入表 2-1 中"顺测"栏。0 测点是起始位置,是一个参考位置,记为 0.



图 2-3 用合像水平仪测量 导轨直线度误差 表 2-1:实验数据 (单位:格)

测点		0	1	2	3	4	5	6
测得值	顺测	0	353	348	350	353	351	350
	回测	0	351	350	350	351	351	348
	平均	0	352	349	350	352	351	349
相对读数	值	0	+2	-1	0	+2	+1	-1
累加值		0	+2	+1	+1	+3	+4	+3

回测是为了在一定程度上发现粗大误差,并使数据更加准确。<u>回测时注意不要将合像</u> 水平仪掉头,按顺测时同样的方法再逐点往回测,即先测测点6对测点5相对水平位置 的高度差,再测测点5相对测点4的高度差,如此测回被测直线的左端点。

为了减少被测直线相对于水平位置的倾斜程度,可将第1至6各测点测得值减 去同一个数(例中为350)得到所谓的"相对读数值",它相当于将测出的直线绕测 点0顺时针转动了一个角度,同时,数据减小后更方便作进一步的处理。

#### 2. 实验步骤:

(1)根据被测直线的长度,确定分段数 n 和板桥跨距 L,并在被测直线上标出各测点的位置。

- (2) 用水平仪分别顺测和回测各段,记录各点示值
- (3) 按作图法进行数据处理,求出直线度误差。
- (4) 数据处理。

### 六、实验操作注意事项

1. 测量前要把导轨表面的灰尘及油污清除;

2. 测量时合像水平仪不得随意晃动或碰撞;

## 七、数据记录、处理与分析

1.数据记录:

测量数据: 单位:(格)						<b>:</b> (格)	
测点		0	1	2	3	4	5
测量值	顺测						
	回测						
	平均						
相对读数值							
累加值							
		I			I		

#### 2.结果与分析:

根据"相对读数值"可在坐标纸上描图出各点位置,然后连成一条折线,此即 为被测的实际直线,如图 2-4 所示。"累加值"即为各点对水平位置的高度,(例如第 4 测点高度为 3 格)。



图 2-4 作图求直线度误差

从图 2-4 可以看出,第3 测点误差最大,为+2 格,于是根据公式(1.2)可将此数作为 k 值代入,得到所求的直线度误差为:

f = L·k·读数手轮的分度值 =165mm×2 格× 0.01mm/1000 =0.0033mm =3.3um

### 3. 实验结论:

根据零件图所标注的直线度公差来判断该零件的实际直线度公差值是否满足要求, 若 f≤t, 则该零件合格, 否则为不合格。

# 实验二 表面粗糙度检测

### 一、实验目的与意义

1.了解表面粗糙度的测量原理、常用方法以及需要测定的参量,

2.学习掌握 TR101 手持式粗糙仪的使用方法,

3.测定待测物件的轮廓算数平均偏差 Ra,微观不平度十点平均高度 Rz,轮廓最大高度 Ry 等参量。

### 二、实验内容

检查指定零件表面的 Ra、Rz 值并判断合格性。

### 三、实验仪器

1.袖珍式表面粗糙度仪;

2.校准量块;

3.待测若干工件。

### 三、实验原理

### 1.表面粗糙度的参数的定义

金属、木材,塑料等加工部件,由于在加工过程中受到机床的状态、切削刀具的几何 精度、树种、木材含水率等因素的影响,在加工表面上形成的由较小间距和峰谷组成 的微观几何形状特性,称为表面粗糙度。

木材表面粗糙度的表面形式有锯痕与波纹;弹性回复不平度;破坏性不平度;木材与 毛刺表现出来的不平度;木材结构等。木材表面粗糙度影响加工精度;胶接强度;涂 饰质量;产品的外观等。

### 2.粗糙度仪的测量原理

将传感器放在工件被测表面上,由仪器内部的驱动机构带动传感器沿被测表面做 等速滑行,传感器通过内置的锐利触针感受表面的粗糙度,此时工件被测表面的粗糙 度引起触针产生位移,该位移使传感器电感线圈电感量发生变化,从而在相敏整流器 的输出产生与被测表面粗糙度成正比例的模拟信号经过放大及电平转换之后进入数 据采集系统,DSP芯片将采集的数据进行数字滤波和参数计算,测量结果在液晶显示 器上读出,也可在打印机上输出,还可以与 PC 机进行通讯。

#### 3.实验参数

(1)轮廓算术平均差 Ra

在取样长度 e 内, 被测实际轮廓上各点至轮廓中线距离绝对的平均值, 即 Ra 能充分反映表面微观几何形状高度方面的特性: 但因受计量器具功能的限制, 不用作于粗糙或太光滑的表面的评定参数。

(2) 微观不平度十点平均高度 Rz

在取样长度 e 内 5 个最大的轮廓峰高 y pi 平均值与 5 个最大轮廓古深 y vi 平均值 之和。

Rz 只能反映轮廓的峰高,不能反映峰顶的尖锐或平钝的几何特性,同时,若取 点不同,则所得的 Rz 值不同,因此受测者的主观影响较大。

(3) 轮廓最大高度 Ry

在取样长度 e 内,轮廓的峰顶线和谷底线之间的距离,封顶线和谷底线平行于中线且 分别通过轮廓最高点和最低点:

Ry 值是微观不平度十点中最高点和最低点至中线的垂直距离之和,因此它不如 Rz 值反映的几何特性准确,它对某些表面上不允许出现较深的加工痕迹和小零件的 表面质量有实用意义。 (4) 实验参数的选择

当表面要求耐磨性时,采用 Ra 较为合适。Rz 是反映最大高度的参数,对疲劳强度来说,表面只要有深的痕迹,就容易产生疲劳裂纹而导致损坏,因此,这种情况以采用 Rz 为好。总之,确定表面粗糙度时,可在三项高度特性方面的参数中 Ra、Rz、Ry 选取,只有当用高度参数不能满足表面功能要求时,才选取附加参数。

### 五、实验方法与步骤

1.实验方法:

(1) 仪器校准(这一步可以不做): 1) 同时按下电源键与头顶红色按钮,进入 CAL 模式, 2) 拿出校准样块,并调节粗糙度仪屏幕的数值跟校准样块相同, 3) 把粗糙度 仪的测头对准样块的粗糙度图层,按下红色按钮读取,哔哔响后按电源键关机。

(2)试测:1)重新按电源键开机,进入 test 模式,2)选择λ3与 Ra,试测工件的一个表面,读取 Ra 数值,3)查看粗糙度仪后面的表格,选取一个适用于刚才测得的 Ra 值的λ,

(3)重新设置 \\,,开始检测该表面的 Ra,记录在实验数据记录表里,切换参数 Rz,记录数据。

2.实验步骤:

(1) 配置 TR240 针位的参数,按 Enter 键进入调整传感器位置控制台,然后需 要测定的试件放置于工作台上,逆时针旋转手柄使得传感器与试件接触,最后使得箭 头与 0 重合。

(2)先按返回键,在开始进行测量,开始之后等待仪器读数,记录仪器读出的数据,按返回键,进行下一次测量。

(3)将试件移动位置,测试不同位置的粗糙度。

(4) 将试件进行打磨, 重复以上的2个步骤进行测量, 记录实验数据。

#### 六、实验注意事项

1.测量前必须对仪器进行校准。

2.测量前先对工件表面粗糙度进行试测,以选择合适的取样长度。

### 七、数据记录、处理与分析

1.数据记录:

仪器型 号及名 称	测量工件	表面 1		表面 2		表面 3	
	选用参数及其 测量范围(um)	Ra	Rz	Ra	Rz	Ra	Rz
	取样长度大小 (mm)						
	参数数值 (um)						

2.实验结论:

与零件的零件图中所标注的表面粗糙度值对比,若Ra<sub>求测</sub>≤Ra<sub>标注</sub>则该零件合格。

# 实验三 三针法检测外螺纹单一中径偏差

## 一、实验目的

1.掌握三针法检测外螺纹单一中径的原理。

2.掌握三针法检测外螺纹单一中径的方法。

### 二、实验内容

用三针法检测螺纹塞规的单一中径偏差。

### 二、实验器材

1.三根量针;

2.外径千分尺一把;

3.被测螺纹塞规。

# 四、实验原理

### 1. 测量原理和计算公式的介绍

用三针法测量螺纹中径是将三根直径相同的量针分别安置在被检测的螺纹两边的牙槽内,位置如下图所示。用计量器具测量出三根量针外母线之间的跨距 M,根据已知的螺距 P、牙型半角 $\frac{\alpha}{2}$  及量针直径 d<sub>0</sub>的数值算出螺纹的单一中径 d<sub>2s</sub>。即:



$$M = d_{2s} + d_0 \left[ 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] - \frac{P}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$$
(3.1)

对于普通螺纹,  $\frac{\alpha}{2}$  =30°, 则有: d<sub>2s</sub>=M-3 d<sub>0</sub>+0.866P 对于梯形螺纹,  $\frac{\alpha}{2}$  =15°, 则有: d<sub>2s</sub>=M-4.864d<sub>0</sub>+1.866P

此公式的推导,是设定中径处的螺纹牙槽宽度为半个基本螺距值 $\frac{P}{2}$ 。当螺距无误差时,单一中径就是螺纹中径,如果螺距有误差,二者则不相同。

三针法的测量精度,除与所选计量器具的示值误差和量针本身的误差有关外,还 与被检测螺纹的螺距误差和牙型半角误差有关。为了消除牙型半角误差对测量结果的 影响,应选最佳量针 d<sub>0 量佳</sub>,使它与螺纹牙型侧面的接触点,恰好在中径线上。 d<sub>0</sub>

$$_{\substack{\text{def}}} = \frac{P}{2\cos\frac{\alpha}{2}} \tag{3.2}$$

三针法的测量精度比目前常用的其他方法的测量精度要高,而且在生产条件下, 应用也较方便。

2. 量针的介绍

从前面的公式可以看出,若对每一种螺距给以相应的最佳量针的直径,这样,量 针的种类将达到很多,为了适应各种类型的螺纹,对量针的直径进行合并并以减少规 格,当量针直径偏离最佳量针直径很小时,不会对中径检测产生大的影响。下表分别 列出了普通螺纹和梯形螺纹的尺寸系列及其相应采用的三针直径和所测尺寸 M 的公 称值。

### 五、实验方法与步骤

1.清洗工件和计量器具。

2.校对外径千分尺的零位。

3.把三根量针分别放入被测螺纹直径两边的沟槽中。在圆周均布的三个轴向截面 内互相垂直的两个方向测量针距尺寸 M,读出尺寸 M 的数值并做好记录,取平均值 作为最后的结果。

4.按公式计算螺纹的单一中径。

5.查表求螺纹中径的极限偏差和极限尺寸。

6.判断螺纹的合格性。

#### 六、实验注意事项

1.核准量针的直径与被测螺纹是否对应;

2.外径千分尺要估读一位,也即 M 值精确到小数点后三位,如: 24.250;

3.查相关表格的时候要注意区分内外螺纹。

### 七、数据记录、处理与分析

1.数据记录:

测 量 次 数	M 值	测量 d <sub>2s</sub> 值	中径极限偏差	中径极限尺寸	实 验 结 论
第1次			上偏差=		
第2次		d <sub>2s</sub> =M-3d <sub>0</sub> +0.866P			
第3次			下偏差=		
M平均		$d_{2s}=$			

#### 2.数据处理:

(1) 根据 M 平均值、螺距 P, 量针直径 d<sub>0</sub>,代入实验表格的算式计算出 d<sub>2s</sub>,

(2)根据中径公差,比如"6H",查表 9-11(183页),查出螺纹中径公差值 T<sub>d2</sub>=?,

计算该螺纹的上极限偏差 es=? ei=? 然后算出 d<sub>2max</sub>=d<sub>2</sub>+es=? d<sub>2min</sub>=d<sub>2</sub>+ei=?

## 3.实验结论:

判断合格性,即:如果 d<sub>2min</sub>≤d<sub>2s</sub> ≤d<sub>2max</sub>,则该螺纹中径偏差合格。

# 《工程力学》实验

# 实验一 焊接综合实验

# 实验二 车刀几何角度测量

# 实验一 焊接综合实验

焊接是一种永久连接金属材料的工艺方法,是现代工业生产中用来制造各种 金属结构和机械零件的主要工艺方法之一。通过本实验了解焊接的工作原理,掌 握手工电弧焊和 CO<sub>2</sub> 气体保护焊操作技能。

## 一、手工电弧焊

# (一)、实验目的

1. 了解手工电弧焊工作原理;

2. 掌握手工电弧焊操作技能;

3. 掌握手工电弧焊焊后质量检测;

## (二)、实验内容

1. 通过实验,掌握手工电弧焊的实际操作技能,包括平焊、立焊、横焊;

2. 掌握对焊后的焊缝质量检测与评定。

### (三)、实验仪器

- 1. 松下 YD-400AT 手工焊条电弧焊焊机 1台;
- 2. 焊接工作平台 1台;
- 3. 焊件紧固夹具 2套;

4. 防护用品 焊接面罩若干副。

### (四)、实验基本原理

手工焊条电弧焊焊接回路简图如图1所示,由焊接电源、焊接电缆线钳、焊条、 电弧和焊接工件构成回路,焊接时采用焊条和工件接触引燃电弧,然后提起焊条并保 持一定的距离,在焊接电源提供合适电弧电压和焊接电流下稳定燃烧,产生高温焊条 和焊件局部加热到熔化状态。

手工电弧焊所用焊条为药性焊条,焊条表面包裹一层药皮,药皮中包含有合金元素、脱氧剂、造气剂、造渣剂等,可在焊接过程中产生保护气体、清洁熔池、添加合金元素,从而获得合格的焊缝。



图 1 手工电弧焊示意图

(五)、实验方法与步骤

1. 实验方法:

本实验利用松下 YD-400AT 手工焊条电弧焊焊机对 1-5mm 薄板进行焊接,接头为平对接,焊接手法为平焊、立焊、横焊。通过进行不同角度焊接实验,掌握不同角度的焊接运条手法。

2. 实验步骤:

(1). 焊前准备工作:

 ①. 设备认识:开展焊接实验前,操作者应充分阅读《焊机使用说明书》及使用 要求,对焊接设备具有全面认识;

②. 设备及现场设置的准备:新装或长期搁置未用的焊机应检查绝缘电阻,电缆 不宜过长且布线尽量平直,焊接环境需考虑风速、雨雪、通风效果等影响因素;

③. 焊条检测与选择: 焊前检测焊条, 潮湿环境中使用前应对焊条进行烘干; 根据焊件厚度及焊接位置选择焊条直径。

④. 焊接工艺制定: 施焊前应根据图样的技术要求制定相应的焊接工艺;

⑤. 接头形式确定与坡口准备: 根据图样要求或工艺条件参照 GB985-88《手工 电焊接头的基本形式与尺寸》选用标准形式或自行设计, 当板厚大于 3mm 时需利用

氧乙炔切割的方法进行坡口加工。

(2). 焊前参数选择:

①. 焊接电流根据设计图样和工艺文件规定选用;

 ②.设计图样和工艺文件无规定时,焊接电流可根据经验公式*I* = (30-50)*d*选择, 式中 d 为焊条直径,电流选定后需要通过试焊调整。

(3). 施焊过程:

①. 引弧: 严禁在焊件上引弧,应在焊接部位上进行,引弧点最好选在离焊缝起点 10mm 左右的焊部位上,电弧引燃后移至焊缝的起点处,再沿焊接方向进行正常焊接。焊逢连接时,引弧点则应选在前段焊缝的弧坑前方 10mm 处,电弧引燃后移至弧坑处,待填满弧坑后继续焊接;

②.运条:运条同时存在三个动作:直本、摆动电焊条送进。应根据熔池形状与 大小的变化,灵活的调整运条动作。

③. 收弧:焊接结束时,应作无直线移动听横摆点焊动作,逐渐填满熔池,而后 再将电弧拉向一侧提起灭弧。

④. 其他位置操作: 在立焊、横焊中重复上述动作, 但应选择合适的工艺规范、 保持正确的焊条角度和适当的运条方法。

(4). 焊接质量检验:

①. 焊缝外观检验: 主要检验焊缝外观、尺寸等,

②.焊缝检验应符合以下规定:焊缝和热影响区表面不得有裂纹、气孔、弧坑和 灰渣等缺陷,角焊缝应有圆滑过渡至母材的几何形状,焊缝上的熔渣和二侧的飞溅物 必须清除。

### (六)、实验操作注意事项

1. 焊接必须按设计图样、工艺文件、技术标准施焊;

 应在引弧板或坡口内引弧,禁止在非焊接部位引弧,焊缝应在引板上收弧, 弧坑填满;

3. 防止地线、电缆线、焊钳与焊件打弧;

电弧擦伤处弧坑需经打磨,使其均匀过渡到母材表面,若打磨后根部应保证
 焊透;

5. 角焊缝的根部应保证焊透。

# (七)、数据记录、处理与分析

 实验数据记录:焊条直径、焊接电流、焊接速度、焊缝余高、宽度、目视焊 后缺陷。

序号	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)	焊接速度 (mm/min)	焊缝余高 (mm)	焊缝熔宽 (mm)	缺陷类型
1						
2						
3						
4						
5						

2. 结果与分析

(1).对比平焊、横焊和立焊,立焊和横焊的施焊过程如何运条,如何获取饱满美观焊缝?

(2). 观察焊缝,对比不同直径焊条焊接所得焊缝的余高、熔宽,指出焊缝存在的缺陷;

(3). 焊缝质量与焊接参数间的关系如何,如何实现焊缝美观、质量可靠?

(4). 试指出焊接缺陷的产生原因,以及如何解决?

3. 实验结论

手工电弧焊在焊接过程中引弧容易、电弧燃烧平稳,药皮熔化均匀,无成块脱落 现象,可对熔滴及熔池起到良好保护作用,焊后焊缝成形正常,焊渣容易清理,力学 性能满足使用要求。

## 二、CO2 气体保护焊

(一)、实验目的

1. 了解 CO2 气体保护焊工作原理;

2. 了解 CO2 气体保护焊安全与防护;

3. 掌握 CO2 气体保护焊焊接设备、工具和辅具的操作应用;

4. 掌握选择焊接参数的基本要求以及焊接参数对焊接质量的影响;

5. 掌握 CO2 气体保护焊焊接缺陷解决措施。

## (二)、实验内容

1. 通过实验,掌握 CO2 气体保护焊的实际操作技能;

2. 掌握对焊后的焊缝质量检测与评定。

# (三)、实验仪器

5. CO2气体保护焊焊接设备 1台;

6. 焊接工作平台 1台;

7. 焊件紧固夹具 2套;

8. 防护用品 焊接面罩若干副。

### (四)、实验基本原理

CO2 气体保护焊是利用 CO2 作为保护气体,既可降低焊接成本,又可充分利用气体保护焊的优势。

CO2气体保护焊的焊接过程如图 2 所示, CO2气体经焊枪喷嘴沿焊丝周围喷射形成保护层,使电弧、熔滴和熔池与空气隔绝。由于 CO2气体是氧化性气体,在高温下气体分解后会氧化金属,烧损合金元素,所以不能焊接易氧化的非铁金属和不锈钢。因 CO2气体冷却能力强,熔池凝固快,焊缝中易产生气孔。若焊丝中碳含量高,则飞溅较大。因此要使用冶金中能产生脱氧和渗合金的特殊焊丝来完成 CO2 焊。



图 2 实验原理图

(五)、实验方法与步骤

1. 实验方法:

本实验利用佳士 NB270 型号的 CO2 气体保护焊焊机对 1-3mm 薄板进行焊接,接 头形式为平对接。通过进行系列焊接实验,掌握焊接参数对焊缝质量的影响,从而选 择正确的焊接参数。

2. 实验步骤:

(1). 焊前准备工作:

 ①. 设备认识:开展焊接实验前,操作者应充分阅读《焊机使用说明书》及使用 要求,对焊接设备具有全面认识;

②.设备及现场设置的准备:根据材料选择适合的焊接参数,清理坡口或焊接表面。为了确保焊缝质量,在焊接之前必需将油、漆、锈等杂质去除洁净;

③.工、夹、量具的准备:组对用的夹紧工装、清理焊渣用的钢丝刷、钢尺、卷 尺。

(2). 焊接工序开展:

①. 电源极性, CO<sub>2</sub>气体保护焊焊接正常材料时,采用直流反接;在进行高速焊接、堆焊和铸铁补焊时,应采用直流正接;

②.用工装紧固的方式牢固焊件的相对位置,防范焊件在焊接过程中变形,确保 焊接作业能正常进行;

③.确认焊件尺寸位置以后开始施焊,施焊过程中灵巧把握焊接速度,焊枪角度 基本垂直工件,而向前行要倾斜约 30 度,前进速度要匀称缓慢,防止未焊透、气孔、 咬边等缺点;

④.引弧前要把焊丝端头剪去,因为融化发生的球形端头在从新引弧时会导致飞溅:引弧时要选好位置,采用倒退引弧法,燃弧后焊枪提起 2-5mm;

⑤.收弧动作,收弧如果过快,易在熔坑处发生裂纹和气孔,因此收弧的操作要 比焊条电弧焊严苛,应在熔坑处稍作逗留,而后徐徐拾起焊枪,收弧时填满熔池。

(3). 焊后工序开展:

①. 焊接接头检验,焊缝外形的质量应符合以下要求:焊缝外形在全部焊缝长度 上应平匀,包含宽度、增强高;焊道与焊道、焊道与基金属之间应光滑过度:焊缝外 面不同意有气孔、裂纹;焊缝两侧不同意有大于 0.5mm 的咬边和未熔合、夹渣等缺 点;立角焊缝外面不同意有明显的焊瘤。对接焊缝的焊缝外形尺寸应符合 GB /T7974-1999的要求;

 ②.作业后整理:将用完后的工、夹、量具擦净。量具应在丈量面上涂上防锈油 放在专用寄存盒中,其他工、夹具应有序地安设在工具箱中;关闭设备电源,擦净设 备(导轨,工作台等)必需时还要涂上防锈油;清扫设备四周卫生地区。

### (六)、实验操作注意事项

1. 施焊过程,必须穿工作服、绝缘鞋、戴绝缘手套、焊接面罩。

2. 焊钳与接线必需绝缘出色、连结牢固,更换焊丝应戴手套,保持焊接环境干燥。

使用电磨工具时应采纳防范措施,使用前检验电磨工具砂轮片是否松动,是
 否需要更换砂轮片。

4. 观察作业区是否有易燃易爆物品,要做好防范措施。

5. 应避免电焊线与其他带电感线圈的设备贯串,焊接电路接地。

6. 去除焊渣时,应戴防范眼镜或面罩,防范铁渣飞溅伤人。

### (七)、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:焊接电流电压、焊接速度、焊缝余高、宽度、目视焊后缺陷。

序号	焊接电流 (A)	焊接电压 (V)	焊接速度 (mm/min)	焊缝余高 (mm)	焊缝熔宽 (mm)	缺陷
1						
2						
3						
4						
5						

2. 结果与分析

(1). 观察焊缝,测量焊缝的余高、熔宽,指出焊缝存在的缺陷;

(2). 施焊过程中如何避免发生强烈飞溅,如何获取美观焊缝?

(3). 焊缝质量与焊接参数间的关系如何,如何实现焊缝美观、质量可靠?

(4). 试指出焊接缺陷的产生原因,以及如何解决?

# 3. 实验结论

CO2 气体保护焊的优点是可实现普通钢材的焊接,具有操作灵活、生产效率高、 焊缝抗裂性能高的优点,但操作过程中应避免飞溅、气孔等缺陷的产生。

# 实验二 车刀几何角度测量

一、实验目的

1. 了解车刀的基本结构、种类及用途。

掌握车刀量角仪的使用和角度的测量方法,通过测量加深对车刀各几何角度的理解。

3. 根据测量结果,标注车刀几何角度。

### 二、实验内容

1. 介绍车刀量角仪的结构及使用;

2. 利用车刀量角仪,测量外圆车刀和切断刀的几何角度。

3. 正确标注刀具几何角度。

## 三、实验设备

1. 车刀量角仪,规格: 280×250×240mm。

2. 各种类型车刀若干。

### 四、实验原理

1. 车刀的基本知识:车刀分类。

1) 按刀片与刀体的连接方式分:

焊接式:铜焊。可重磨,制造成本低,加工精度低。适用于普通车床。

机夹式:通过机械联接件将刀片固定在刀体上。不可重磨,可转位,制造成本高. 加工精度高,加工效率高。适用于数控车床。固定方式又可分为偏心式、压块式、杠 杆式。

2) 按用途分:外圆车刀、端面车刀、外螺纹车刀、切刀、内孔车刀、内螺纹车刀、 成型车刀等。

2. 车刀几何角度和几何平面的定义:

车刀的品种繁多,用途也不尽相同,但是,它们有一个共同的特点:它们的刀 头都是由切削刃、刀尖、几何平面和几何角度等要素组成。

切削刃: 主切削刃、副切削刃;

刀尖;

几何平面:前刀面、主后刀面、副后刀面;

几何角度:前角、主后角、副后角、主偏角、副偏角、刃倾角。



图 1 车刀切削部分结构要素

3. 刀具角度参考平面

基面 Pr: 通过切削刃上的选定点, 垂直于假定主运动方向的平面。

切削平面 Ps: 通过切削刃上的选定点,与切削刃相切,并垂直于基面的平面。

正交平面 P。: 通过切削刃上的选定点,同时垂直于基面和切削平面的平面。

4. 刀具的标注角度

主偏角 k<sub>r</sub> ——在基面上测量的切削平面和进给剖面之间的夹角,即主切削刃在 基面上的投影与进给方向之间的夹角。

副偏角 k<sub>r</sub>'——副切削刃在基面上的投影和进给反方向之间的夹角。

前角γ。——在主剖面中测量的基面和前刀面之间夹角。

主后角 a 。——在主剖面中测量的切削平面和主后刀面之间夹角。

刃倾角λ。——在切削平面上测量的主切削刃和基面之间夹角。

图 2、图 3 分别为外圆车刀和切断刀的几何角度。





# 五、**实验方法与步骤**

1. 实验方法

熟悉车刀量角仪的使用.

根据车刀量角仪,先查清哪些部件可以活动,哪些面,边可以在测量时作为参考平面。

2. 实验步骤

熟悉车刀:找到车刀的前刀面, 主后刀面, 副后刀面., 主切削刃, 副切削刃

测量 $\gamma_0$ 、 $\alpha_0$ 、 $\alpha_0'$ 、 $k_r$ 、 $k_r'$ 、 $\lambda_s$ 。

将车刀正确地放置在量角仪上,对于要求测量的每个角度值,根据其定义找出度 量值,分析选择量角仪上相应部件,面或边可以作为测量该角度的参考平面,然后转动 有关部件,使那些面或边贴紧在车刀的相关面上,这样就可以从相应刻度盘上读出角 度。

	前角	主后角	副后角	主偏角	副偏角	刃倾角
	${\gamma}_0$	$\alpha_{_0}$	$lpha_0'$	$k_r$	$k'_r$	$\lambda_{s}$
外圆车刀						
切断刀						

## 六 实验操作注意事项

正确操作车刀量角仪,认清车刀几何角度,转动和平移量角台各部件,以及平移 车刀使各相关面紧密贴合,准确读出车刀几何角度。对车刀几何角度的理解是实验的 关键。

### 七、报告要求

1. 对外圆车刀、切断刀几何角度进行理论研究。

 2. 按外圆车刀、切断刀几何角度的测量数据,按图 4、图 5标注外圆车刀、切断刀 几何角度。



# 《了程力学》实验

- 实验一 实验方法测定物体的重心
- 实验二 材料弹性模量 E 和泊松比µ测定实验
- 实验三 纯弯曲梁的正应力测定实验

# 实验一 实验方法测定物体的重心

### 一、实验目的

1. 通过实验加深对合力概念的理解;

2. 用悬挂法测取不规则物体的重心位置;

3. 用称重法测取重力摆(两个圆盘和一跟直杆可自由组合成不同的摆)的重心 位置并用力学方法计算重量。

### 二、实验设备和仪器

1. ZML—1 理论力学多功能实验装置;

- 2. 不规则物体(各种型钢组合体);
- 3. 重力摆模型;
- 4. 弹簧秤;
- 5. 悬吊架;
- 6. 铅笔;
- 7. 尺子等。

### 三、实验原理

物体的重心的位置是固定不变的。再利用柔软细绳的受力特点和两力平衡原理, 我们可以用悬挂的方法决定重心的位置;又利用平面一般力系的平衡条件,可以测取 杆件的重心位置和物体的重量。

#### 四、实验方法和步骤

### 第一种方法:

### 悬挂法:(一)

1. 从柜子里取出求重心用的组合型钢试件,用将把它描绘在一张白纸上;

2. 用细索将其挂吊在上顶板前面的螺钉上(平面铅垂),使之保持静止状态;

3. 用先前描好的白纸置于该模型后面,使描在白纸上的图形与实物重叠。再用 笔在沿悬线在白纸上画两个点,两点成一线,便可以决定此状态的重力作用线;

4. 变更悬挂点,重复上述步骤 2-3,可画出另一条重力作用线;

5. 两条垂线相交点即为重心。

不规则的薄板用细线悬挂起来处于静止状态,则不规则的薄板所受合外力为 零,又薄板只受重力和细线的拉力,则满足二力平衡的条件,又物体所受拉力沿 细线向上,所以薄板所受重力与拉力反向,且在同一条直线上,又重心是薄板各 个部分受到的重力集中于的那一点,所以薄板的重心一定在细线的延长线上。再 另选一个点,再悬挂,两条延长线的交点就是重心。(**悬挂点要选在边缘的地方**)



### 第二种方法:

(一)称重法:利用平面一般力系的平衡条件及合力矩定理,用称重法测取物体 重心位置。

1. 取出实验用平衡摆。按图将摆通过线绳悬挂于实验装置的前面顶板上,其中的 一端挂于钩秤上,**并使摆杆保持水平**。

2. 读取钩秤的读数,并记录;

3. 将钩秤置换到另一端,并使摆杆保持水平;

4. 重复步骤 2;

(二)称重法求轴对称物体的重心 下面以轴对称连杆为例简述测定重心的方法。



点 B 置于磅秤上,保持中轴线水平,由此可测定得到 B 处的支反力 F<sub>N1</sub> 的大小。再将 连杆旋转 180°,仍然保持中轴线水平,可测得 F<sub>N2</sub> 的大小。根据平面平行力系,可 以得到下面的两个方程:

$$F_{N1} + F_{N2} = W$$

$$F_{N1} \cdot l - W \cdot X_C = 0$$

$$X_C = \frac{F_{N1} \cdot l}{F_{N1} + F_{N2}}$$

根据上面的方程,可以求出重心的位置:

## 五、数据记录与处理

1. 悬挂法(请同学另附图)

2. 称重法(单位: kg)

	总重量	支点称重	两支点位置(mm)	重心位置(mm)
第1次测量				
第2次测量				

### 六、注意事项

1. 实验时应保持重力摆水平;

2. 弹簧称在使用前应调零。

# 七、思考题

- 1. 实验时重力摆不能保持水平, 对实验精度有何影响?
- 2. 试分析可能引起误差的原因。

# 实验二 材料弹性模量 E 和泊松比µ测定实验

### 一、实验目的

- 1. 测定常用金属材料的弹性模量 E 和泊松比µ
- 2. 验证胡克(Hooke)定律

# 二、实验仪器设备和工具

- 1. 组合实验台中拉伸装置
- 2. XL2118A 系列静态电阻应变仪
- 3. 游标卡尺、钢板尺

### 三、实验原理和方法

试件采用**矩形截面**试件,电阻应变片布片方式如图 1。在试件中央截面上,沿前 后两面的轴线方向分别对称的贴一对轴向应变片  $R_1 \ < R_1'$ 和一对横向应变片  $R_2 \ < R_2'$ , 以测量轴向应变  $\varepsilon$ 和横向应变  $\varepsilon'$ 。



由于实验装置和安装初始状态的不稳定性, 拉伸曲线的初始阶段往往是非线性的。 为了尽可能减小测量误差, 实验宜从一初载荷  $P_0$  ( $P_0 \neq 0$ )开始, 采用增量法, 分级加载, 分别测量在各相同载荷增量  $\Delta P$  作用下, 产生的应变增量  $\Delta \varepsilon$ , 并求出  $\Delta \varepsilon$  的平均值。 设试件初始横截面面积为  $A_0$ , 又因  $\varepsilon = \Delta l/l$ , 则有

$$E = \frac{\Delta P}{\Delta \varepsilon A_0}$$

上式即为增量法测 E 的计算公式。

式中 A0—试件截面面积

 $\Delta \epsilon$ —轴向应变增量的平均值

用上述板试件测 E 时,合理地选择组桥方式可有效地提高测试灵敏度和实验效率。 采用**相对桥臂测量**将两轴向应变片分别接在电桥的相对两臂(AB、CD),两温度补 偿片接在相对桥臂(BC、DA),**偏心弯曲的影响可自动消除**。根据桥路原理得到

$$\mathcal{E}_d = 2\mathcal{E}_p$$

测量灵敏度提高2倍。

2. 泊松比µ的测定

利用试件上的横向应变片和补偿应变片合理组桥,为了尽可能减小测量误差,实验宜从一初载荷  $P_0$  ( $P_0 \neq 0$ )开始,采用增量法,分级加载,分别测量在各相同载荷增量  $\Delta P$  作用下,横向应变增量  $\Delta \varepsilon$  和纵向应变增量  $\Delta \varepsilon$ 。求出平均值,按定义

$$\mu = \frac{\overline{\Delta \varepsilon}}{\overline{\Delta \varepsilon}}$$

便可求得泊松比µ。

3. 实验接线方式

实验接桥**采用全桥方式**,应变片与应变仪组桥接线方法如图 2 所示。将试件上的 应变片 Ri(即工作应变片)连接到应变仪测点的 A/B 和 C/D 上,温度补偿片 Rt 接到 应变仪测点的 B/C 和 A/D 上,测点上的 B 和 B1 用短路片断开,桥路选择短接线悬 空,并将所有螺钉旋紧。

弹性模量 E 测定时,使用与轴向方向平行(纵向)的两个应变片;泊松比μ测定时,使用与轴线方向垂直(横向)的两个应变片。横向应变片的应变值与纵向应变片 的应变值的比值的绝对值即为被测材料的泊松比。



1. 设计好本实验所需的各类数据表格。

2. 测量试件尺寸。在试件标距范围内,测量试件三个横截面尺寸,取三处横截 面面积的平均值作为试件的横截面面积 A0。见附表 1

3. 拟订加载方案。可先选取适当的初载荷  $P_0$ ,估算  $P_{\text{max}}$  该实验载荷范围  $P_{\text{max}} \leq 4000 N$ ),分4~6级加载。

4. 根据加载方案,调整好实验加载装置。

5. 按实验要求接好线(为提高测试精度建议采用图 2 所示相对桥臂测量方法,纵向应变 $\varepsilon_d = 2\varepsilon_p$ ,横向应变 $\varepsilon_d' = 2\varepsilon_p'$ ),调整好仪器,检查整个测试系统是否处于正常工作状态。

6. 加载。均匀缓慢加载至初载荷 P<sub>0</sub>,记下各点应变的初始读数;然后分级等增量加载,每增加一级载荷,依次记录各点电阻应变片的应变值,直到最终载荷。实验至少重复两次。见附表 2,相对桥臂测量数据表格,其他组桥方式实验表格可根据实际情况自行设计。

 作完实验后,卸掉载荷,关闭电源,整理好所用仪器设备,清理实验现场, 将所用仪器设备复原,实验资料交指导教师检查签字。

### 五、注意事项

1. 测试仪未开机前,一定不要进行加载,以免在实验中损坏试件。

2. 实验前一定要设计好实验方案,准确测量实验计算用数据。

 加载过程中一定要缓慢加载,不可快速进行加载,以免超过预定加载载荷值, 造成测试数据不准确,同时注意不要超过实验方案中预定的最大载荷,以免损坏试件; 该实验最大载荷 4000N。

 实验结束,一定要先将载荷卸掉,必要时可将加载附件一起卸掉,以免误操 作损坏试件。

5. 确认载荷完全卸掉后,关闭仪器电源,整理实验台面。

### 六、实验结果处理

根据测得的应变,计算弹性模量和泊松比实验值。再根据提供的弹性模量和泊松 比理论值。计算它们之间的相对误差。

试件	厚度 h (mm)	宽度 b(mm)	横截面面积 A <sub>0</sub> =bh (mm <sup>2</sup> )
截面I	4.8	30	
截面II	4.8	30	
截面III	4.8	30	
平均	4.8	30	

附表1 (试件相关参考数据)

弹性模量 E=206GPa	
泊松比 <i>μ</i> =0.26	

载 荷	Р					
(N)	$\Delta P$					
	${oldsymbol{\mathcal{E}}}_{dp}$					
1 轴向 应变	$\Delta oldsymbol{arepsilon}_{dp}$					
读数 us	$\overline{\Delta oldsymbol{arepsilon}_{_{dp}}}$					
	$\overline{\Delta arepsilon_{p}}$					
	έdp					
横向 应变	$\Delta \dot{arepsilon_{dp}}$					
读数 <i>με</i>	$\overline{\Delta arepsilon_{dp}}$					
	$\overline{\Delta arepsilon_{p}}$					

附表2 (实验数据)

1. 弹性模量 
$$E$$
 实验值  $E = \frac{\Delta P}{\overline{\Delta \varepsilon} A_0}$ 

2. 泊松比 $\mu$ 实验值  $\mu = \left| \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta \varepsilon} \right|$ 

# 七、思考题

分析弹性模量和泊松比实验值和理论值产生差距的主要原因。
## 实验三 纯弯曲梁的正应力测定实验

一、实验目的

1. 测定梁在纯弯曲时横截面上正应力大小和分布规律

2. 验证纯弯曲梁的正应力计算公式

#### 二、实验仪器设备和工具

1. 组合实验台中纯弯曲梁实验装置

2. XL2118A 系列静态电阻应变仪

3. 游标卡尺、钢板尺

#### 三、实验原理及方法

在纯弯曲条件下,根据平面假设和纵向纤维间无挤压的假设,可得到梁横截面上 任一点的正应力,计算公式为

$$\sigma = \frac{M \bullet y}{I_z}$$

式中: *M*——为弯矩; *M*=*Pa*/2;

I=——为横截面对中性轴的惯性矩;

y——为所求应力点至中性轴的距离。

铰支梁受力变形原理分析简图如图1所示。



为了测量梁在纯弯曲时横截面上正应力的分布规律,在梁的纯弯曲段沿梁侧面不同高度,平行于轴线贴有应变片(如图2)。

实验可采用半桥单臂、公共补偿、多点测量方法。加载采用**增量法**,即每增加等量的载荷  $\Delta P$ ,测出各点的应变增量  $\Delta \varepsilon_{i*}$ ,然后分别取各点应变增量的平均值  $\overline{\Delta \varepsilon_{i*}}$ ,依次求出各点的应力增量

 $\sigma_{i_{\mathfrak{S}}} = E \cdot \Delta \varepsilon_{i_{\mathfrak{S}}} \qquad (i=1, 2, 3, 4, 5)$ 

将实测应力值与理论应力值进行比较,以验证弯曲正应力公式。



实验接线方法:

**实验接桥采用 1/4 桥(半桥单臂)方式**,应变片与应变仪组桥接线方法如图 3 所示。使用弯曲梁上的应变片 Ri(R1, R2, R3, R4, R5 即工作应变片)分别连接到 应变仪测点的 A/B 上,测点上的 B 和 B1 用短路片短接; **温度补偿应变片** Rt 连接到 桥路选择端的 A/D 上,桥路选择短接线将 D1/D2 短接,并将所有螺钉旋紧。



1. 设计好本实验所需的各类数据表格。

 测量矩形截面梁的宽度 b 和高度 h、载荷作用点到梁支点距离 a 及各应变片 到中性层的距离 y<sub>i</sub>。见附表 1

3. 拟订加载方案。可先选取适当的初载荷 $P_0$ ,估算 $P_{max}$ (该实验载荷范围  $P_{max} \leq 2000N$ ),分4~6级加载。

4. 根据加载方案,调整好实验加载装置。

5. 按实验要求接好线,调整好仪器,检查整个测试系统是否处于正常工作状态。

6. 先测量 3#测点的应变以确定实验梁的安装是否符合实验要求,使梁处于完全不受载状态并平衡 3#测点对应通道电桥。缓慢加载到 1500N 左右,此时 4#测点通道的应变绝对值应该≤1,若该值不符合要求,应分别调整加实验梁的左右前后位置,同时观察应变值的变化情况,使应变值接近于 0。然后卸载至 0,应变值应回到 0,若不是 0,应再重复调整,直至符合要求。

 加载。均匀缓慢加载至初载荷 P<sub>0</sub>,记下各点应变的初始读数;然后分级等增 量加载,每增加一级载荷,依次记录各点电阻应变片的应变值 ε<sub>ι</sub>,直到最终载荷。
 实验至少重复两次。见附表 2

 8. 作完实验后,卸掉载荷,关闭电源,整理好所用仪器设备,清理实验现场, 将所用器设备复原,实验资料交指导教师检查签字。

#### 五、注意事项

1. 测试仪未开机前,一定不要进行加载,以免在实验中损坏试件。

2. 实验前一定要设计好实验方案,准确测量实验计算用数据。

 加载过程中一定要缓慢加载,不可快速进行加载,以免超过预定加载载荷值, 造成测试数据不准确,同时注意不要超过实验方案中预定的最大载荷,以免损坏试件;
 该实验最大载荷 2000N。

 实验结束,一定要先将载荷卸掉,必要时可将加载附件一起卸掉,以免误操 作损坏试件。

5. 确认载荷完全卸掉后,关闭仪器电源,整理实验台面。

#### 六、实验结果处理

根据测得的各点应变,计算相应的应力实验值。再计算各点应力理论值。然后计 算它们之间的相对误差。

#### 附表1 (试件相关参考数据)

1

	应变片	<b>计至中性层</b>	距离(mm	)			深	的尺寸	十和不	有关参数		
yı -25			宽 度 b=20 mm									
y <sub>2</sub> -12.5			高 度 h = 50 mm									
	<b>y</b> 3		0				跨 度 L=450 mm					
	<b>y</b> 4		12.5				载	荷距离	₫ a =	= 150 mm		
	<b>y</b> 5		25				弹	自性模量	ŧЕ	= 70GPa		
								泊 松	比	μ= 0.3		
					惯性矩 Iz=bh <sup>3</sup> /12							
				附表 2	2 ( /	实验数	牧据)					
载节		Р										
何 N		$\Delta P$										
		${\cal E}_p$										
	1	$\Delta arepsilon_p$										
		$\overline{\Delta arepsilon_{P}}$										
		${\mathcal E}_p$										
2	2	$\Delta arepsilon_{p}$										
实 验		$\overline{\Delta arepsilon_{\scriptscriptstyle P}}$										
数坦		$\boldsymbol{\mathcal{E}}_{p}$										
1店 με	3	$\Delta arepsilon_{p}$										
		$\overline{\Delta \varepsilon_{P}}$										
	4	${\cal E}_p$										
		$\Delta arepsilon_{p}$										
		$\overline{\Delta arepsilon_{_{p}}}$										
	5	${\cal E}_p$										

	$\Delta arepsilon_{p}$			
	$\overline{\Delta arepsilon_{P}}$			

1. 应力实验值计算

各点实验应力计算:  $\sigma_{k} = E \times \overline{\Delta \varepsilon_{k}} \times 10^{6}$  (i=1, 2, 3, 4, 5)

2. 应力理论值计算

比如: 载荷增量  $\Delta P = 300N$  弯距增量  $\Delta M = \frac{\Delta P \cdot a}{2} = 300 \times 0.15/2 = 22.5 \text{ N·m}$   $I = \frac{20 \times 50^3 \times 10^{-12}}{12} = 2.08 \times 10^{-7} m^4$ 各点理论值计算:  $\sigma_{i\mathbb{R}} = \frac{\Delta M \cdot y_i}{I_z}$  (i=1, 2, 3, 4, 5)  $\sigma_{1,5} = \frac{22.5 \times (\pm 25)}{2.08 \times 10^4} = \pm 2.7 MPa$  $\sigma_{2,4} = \frac{22.5 \times (\pm 12.5)}{2.08 \times 10^4} = \pm 1.35 MPa$ 

#### 七、思考题

分析纯弯曲梁正应力实验值和理论值产生差距的主要原因。

## 《机械 CAD/CAM》实验

- 实验一 拉伸实体造型特征
- 实验二 旋转、扫描造型特
- 实验三 放样实体
- 实验四 放置特征
- 实验五 基本曲面造型设计
- 实验六 零件装配及运动仿真
- 实验七 工程图
- 实验八 钣金设计

# 实验一 拉伸实体造型特征

#### 一、实验目的

- 1. 掌握 solidwkrks 的拉伸、圆角命令实际应用;
- 2. 掌握 solidwkrks 的拉伸命令的参数设置;

#### 二、实验内容

绘制下图图形,应用 solidwkrks 的拉伸、圆角、简单孔命令建模。



图 2.1

### 三、实验仪器

9. 计算机 1台;
 10. Solidworks 2018;

#### 四、实验与步骤

(1) 打开 Solidworks2018——新建零件——拉伸——草图绘制——选择侧视图。 (2) 绘制矩形,如下图。



(3) 按确定后, 输入拉伸厚度为 30, 如下图:

◎ 凸台-拉伸	0	
★ ● 从(F) 草图基准面	~	
方向 1(1) 合定深度	~	-
30.00mm	÷	
□ 向外拔模(0) □ 方向 2(2)	~	
□ <b>薄壁特征</b> (T)	~	
所选轮廓(S)	~	

(4) 点击拉伸命令,选择模型前面作为草绘平面,绘制下图图形。



(5) 按退出草图后,选择成形到面,点击模型后面,如下图。



(6) 点击拉伸命令,选择模型右侧面(如下图左)作为草绘平面,绘制下图图形。



(7) 退出草图后, 输入拉伸深度度为 120, 如下图:



(8) 点击拉伸切除命令,选择模型右侧面(如下图左)作为草绘平面,绘制下图图形。



(9) 按退出草图后,选择到离指定面的指定的距离,点击下图箭头所示面,输入距离 30,如下图。



(9)点击拉伸切除命令,选择模型前面(如下图左)作为草绘平面,绘制下图(右图)图形。



(11)点击拉伸切除命令,选择模型前面(如下图左)作为草绘平面,绘制下图(右图)图形。



(12) 按退出草图后,选择完全贯穿,如下图:



(13)点击拉伸切除命令,选择模型前面(如下图左)作为草绘平面,绘制下图(右图)图形。





(14)按退出草图后,选择完全贯穿; 点击圆角命令,选择需倒圆角的面及线如下 图,设置圆半径为2。如下图:



(15) 点击确定后完全模型绘制,如下图:



## 实验二 旋转、扫描造型特征

#### 一、实验目的

1. 掌握 solidwkrks 的旋转建模、扫描建模命令;

2. 掌握 solidwkrks 的孔命令及特征阵列命令;

#### 二、实验内容

1. 通过绘制下图三维图形。



### 三、实验仪器

11. 计算机 1台; 12. Solidworks 2018;

#### 四、实验步骤

(1) 打开 Solidworks2018——新建零件——拉伸——选择前视图,绘制直径 64 的圆,中心在原点,拉伸深度为 54 (对称拉伸),如下图。



(2)应用旋转命令,选择前视图为草绘平面,绘制下左图草图,完成如下右图。



(3)应用旋转命令,选择前视图为草绘平面,绘制下左图草图,完成如下右图。



(4)应用扫描命令,选择前视图为草绘平面,绘制下左图草图,完成如下右图。



(5)应用旋转命令,选择前视图为草绘平面,绘制下左图草图。



拉伸完成后如下右图。



(5)应用旋转命令,选择侧视图为草绘平面,绘制下左图草图,完成后用阵列命令,如下右图。





(6)分别用拉伸切除命令,切除三个孔,如下图。



(7) 绘制三个 M6 的螺纹孔,如下图。



(8) 最后绘制底部 4 个孔,先绘制一个,然后进行阵列,如下图:



# 实验三 放样实体

### 一、实验目的

- 1. 掌握 solidwkrks 的放样建模命令;
- 2. 掌握 solidwkrks 的简单基准面创建;

#### 二、实验内容

1. 应用放样命令绘制下图三维图形。



图 1.1

三、实验仪器

13. 计算机 1台; 14. Solidworks 2018;

#### 四、实验步骤

(1) 打开 Solidworks2018——新建零件——草绘——选择前视图,绘制下图图形。



(2)应用基准面命令创建三个基准面如下图。





(3) 分别在三个基准面上创建草图,完成后如下图。



(4)应用放样命令,分别选择轮廓和引导线,完成如下右图。



# 实验四 放置特征

## 一、实验目的

掌握 solidworks 圆顶、包覆、压凹、抽壳、圆角命令的应用;

## 二、实验内容

绘制下图图形,应用 solidwkrks 的旋转、圆顶、包覆、压凹、抽壳、圆角、抽 壳命令建模。



图 2.1

## 三、实验仪器

15. 计算机 1台; 16. Solidworks 2018;

### 四、实验步骤

1、打开 SolidWorks 软件,新建零件,然后在前视基准面进行草图绘制



2、特征-旋转



3、插入-特征-圆顶-方向朝里



4、特征-圆角



5、特征-圆角-3



8、特征-旋转-两侧对称-25度-不合并结果

- ▶ 🚯 零件1 (默认<<默认>\_显… 🍕 📰 🖹 🕁 🥎 🔊 旋转 ? × 旋转轴(A) ^ .\*\* 直线1 方向1(1) ~ 0 一 两侧对称  $\sim$ \$1 25.00度 + □ 合并结果 MD □ 薄壁特征① v 所选轮廓(S) V
- 9、特征-圆角-R1



10、特征-圆周阵列



11、插入-特征-压凹



13、特征-圆角-1



14、前视基准面-草图绘制



15、特征-包覆



16、特征-圆角-3



17、特征-圆角



18、特征-圆角



20、抽壳-1



21、完成。



## 实验五 基本曲面造型设计

### 一、实验目的

掌握 solidworks 曲面的创建、修剪,缝合等命令的应用;

#### 二、实验内容

绘制下图图形,应用 solidwkrks 的拉伸,曲面的创建、修剪,缝合及实体化建模。



## 三、实验仪器

1计算机 1台;

2 Solidworks 2018;

### 四、实验步骤

(1)以上视基准面为草绘平面,绘制100\*50矩形(上下对称),拉伸深度为25,的一个长方体。



(2) 以前视基准面为草绘平面,绘制直线如下图。



(3) 创建基准面 1, 如下图。

■ 基准面	(?)	
<b>✓ ×</b> →		_
信息	^	~
完全定义		
第一参考	^	
D 直线1@草图3		
重重		6
── 将原点设在曲线上		
术 重合		
↓ 投影		
第二参考	^	
点1@草图3		
ズ 重合		
🕹 投影		
0		

(4) 在基准面1上绘制半圆弧,圆弧上下端点与圆心竖直对齐,圆弧中心与原点重合,如下图。



(5)曲面扫描,如下图。



(6) 创建基准平面 2, 参考几何是半圆弧, 如下图。



(7) 在基准面1上绘制半圆弧,圆弧与左侧圆弧全等,如下图。



(8) 在长方体上表面绘制二维草图,采用实体转换引用,引用上面的半圆弧。



(9) 放样曲面,如下图。


(10) 创面平面 (三个)。





(11) 等距曲面,如下图。



(12) 剪裁曲面,如下图。



(13) 缝合曲面,并创建实体,合并实体,如下图。



(15) 组合实体。

1 组合1	(?)		
✓ ×			
操作类型(0)	^		
●添加(A)			
<ul> <li>○ 删减(S)</li> <li>○ #同(a)</li> </ul>			
要组合的实体(B)	^		
口曰-拉伸」		+	
	-	*-	
显示预览(P)			

# 实验六 零件装配及运动仿真

## 一、实验目的

掌握 solidworks 装配模块的应用; 掌握 solidworks 同轴、重合、对齐、高级配合和机械配合。

### 二、实验内容

用提供的零件完成下图平口钳的装配,活动钳口左右都要的限位,螺杆与活动钳 口有螺旋配合。



## 三、实验仪器

1、计算机 1台;

2、Solidworks 2018;

### 四、实验步骤

(1) 打开 solidworks, 新建装配体, 插入零件"钳座", 单击鼠标左键确定。

(2)插入零件"活动钳口",选择高级配合中的宽度配合,分别选择,钳座两侧面 及活动钳口两侧面,点击"确定"完成宽度配合。



(3) 选择重合配合,分别选择,钳座上平面和活动钳口下平面,点击"确定"。



(4) 插入零件"螺母",选择下图所示两圆柱面,设定同轴配合。



(5)选择下图所示两孔圆柱面,设定同轴配合。



(6) 插入零件"螺杆",选择下图所示两圆柱面,设定同轴配合。



(7) 选择下图所示两平面,设定重合。



(8) 插入零件"螺钉",选择下图所示两圆柱面,设定同轴配合。



(9) 选择下图所示两平面,设定重合。



(11)分别插入零件"平垫圈"和"档圈"选择下图所示圆柱面,设定同轴配合。



(13)分别用两锥孔同轴和平面重合命令装配"平垫圈"和"档圈",如下图。



(14) 插入零件"销钉 A4×22",选择下图所示两圆锥面,设定重合配合。



(15)分别用同轴及重合命令装配好两钳口板。



(16)分别用锥面重合命令装配好四个螺钉。



(17)选择"配合"一"机械"一"螺旋"配合,分别选择下图两圆柱面,设定距离/圈数为4,完成螺旋配合。



(18)选择"配合"一"高级"一"距离"配合,分别选择钳口平面,设定最小距离为0,最大距离为100。完成活动钳口的右侧限位。



(19)选择"配合"一"高级"一"距离"配合,分别选择下图两平面,设定最小距 离为0,最大距离为100。完成活动钳口的左侧限位。



## 实验七 工程图

### 一、实验目的

掌握 solidwkrks 的工程图的设计方法。

掌握 solidwkrks 的工程图的基本视图、投影视图、剖视图、放大视图的设计。 掌握 solidwkrks 工程图的尺寸标注、形位公差及粗糙度的标注。

### 二、实验内容

用 solidwkrks 装配体的工程模块,绘制下图工程图。



## 实验仪器

1、计算机 1台;

2、Solidworks 2018;

## 四、实验步骤

(1)新建工程图——选择A3图纸,图纸比例1:1,插入轴的主视图,如下图。



(2)绘制断面图,隐藏剖切线,勾选横截剖面,取消视图对齐,如下图。



(3) 绘制局部剖视图,深度选择圆的边线,勾绘剖面区域,如下图。



(4) 绘制放大视图和疠裁视图,如下图。



(6) 用注解中的中心符号和中心线命令创建中心线和轴线,如下图。



(7) 用注解中的尺寸标注, 创建尺寸及公差, 如下图。



(7) 创建基准及表面粗糙度,如下图。



(8) 创建形位公差,如下图。



## 实验八 钣金设计

## 一、实验目的

掌握 solidwkrks 的钣金设计方法。

掌握 solidwkrks 钣金的基本法兰、边线法兰、斜接法兰等应用。

## 二、实验内容

用 solidwkrks 装配体的钣金设计模块,绘制下图钣金件。



## 三、实验仪器

- 1、计算机 1台;
- 2、Solidworks 2018;

## 四、实验步骤

(1) 在视基准面绘制草图:



(2) 基本法兰,两侧对称:45



(3)新建基准面,参考是右视基准面和顶点。



(4) 在新建的基准面上草绘。(扫描法兰的轮廓)。



(5) 扫描法兰,紫色边线为路径。



(6) 边线法兰, 编辑法兰轮廓。

•	边线·法兰1 ⑦ ×	
法兰	参数(P) ^	
4	边线<1>	
	编辑法兰轮廓(E)	
	☑ 使用默认半径(U)	
K	0.50mm	A
₩G	1.00mm	
角度	(G) ^	
28	90.00度	
0		I
	● 与面垂直(N)	
	◎ 与面平行(R)	
法兰	长度(L) へ	
2	给定深度	
\$	7.00mm	
法兰	位晋(N) へ	
	□ \$\$\$\$\$(\$) □ \$\$\$\$(F)	



(7) 倒圆角,半径:2。



(8) 展开,固定面:蓝色面;收集所有折弯。



(9)在钣金后上视基准面上画草图,圆、直槽口、中心矩形。



(10) 拉伸切除, 与厚度相等; 所选轮廓: 选中要切除的区域。



(11) 折叠,固定面:蓝色面;收集所有折弯。



(12) 在钣金面上画一个矩形。



(14) 在图中蓝色面上草绘。



(15) 扫描法兰,轮廓:上一步的草图;路基:紫色边线。



(16) 展开。



(17) 在钣金面上画中心矩形。



(18) 拉伸切除, 与厚度相等。



(20) 折叠。



(22)拉伸切除。



(23) 添加外观。



## 《电正电子技术》实验

- 实验一 元件伏安特性的测试
- 实验二 基尔霍夫定律的验证
- 实验三 单管共射放大电路的安装与测试
- 实验四 集成运放常用电路的安装与测试
- 实验五 门电路功能测试
- 实验六 组合逻辑电路分析

## 实验一 元件伏安特性的测试

### 一、实验目的

1. 掌握线性电阻元件和电源元件伏安特性的测量方法。

2. 学习直读式仪表和直流稳压电源等设备的使用方法。

#### 二、实验内容

1. 测定线性电阻、理想电压源和实际电压源的伏安特性。

2. 学习直读式仪表和直流稳压电源等设备的使用方法。

### 三、实验仪器

1. 组装电路或电路分析实验箱

2. 数字万用表

#### 四、实验基本原理

电阻性元件的特性可用其端电压*U*与通过它的电流*I*之间的函数关系来表示, 这种 *U* 与 *I* 的关系称为电阻的伏安关系。如果将这种关系表示在 *U*~*I* 平面上,则称为伏安特性曲线。

3. 线性电阻元件的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线,该直线斜率的倒数就是电阻元件的电阻值,如图 1.1 所示。由图可知线性电阻的伏安特性对称于坐标原点,这种性质称为双向性,所有线性电阻元件都具有这种特性。

2. 电压源

能保持其端电压为恒定值或是时间的函数,且内部没有能量损失的电压源称为 理想电压源。理想电压源的符号和伏安特性曲线如图 1.2(a)所示。

理想电压源实际上是不存在的,实际电压源总具有一定的能量损失,这种实际



图 1.1 线性电阻元件伏安特性曲线



图 1.2 理想电压源、实际电压源的符号和伏安特性曲线

电压源可以用理想电压源与电阻的串联组合来作为模型(见图 1.2 (b))。其端口的电压与电流的关系为:

 $U=U_{S}-IR_{S}$ 

式中电阻 RS 为实际电压源的内阻,上式的关系曲线如图 1.2(b)所示。显然实际电压源的内阻越小,其特性越接近理想电压源。实验箱内直流稳压电源的内阻很小,当通过的电流在规定的范围内变化时,可以近似地当作理想电压源来处理。

### 五、实验方法与步骤

1. 测定线性电阻的伏安特性。

按图 1.3 接好线路, 经检查无误后, 接入 2~10V 可调的直流稳压电源, 调节输出电压,使电压表的读数依次为 2、4、6、8、10V, 并将测量所得对应的电流值记录于表 1.1 中。



2. 测定理想电压源的伏安特性。

实验采用直流稳压电源作为理想电压源,因其内阻在和外电路电阻相比可以忽略 不计的情况下,其输出电压基本维持不变,可以把直流稳压电源视为理想电压源,按 图 1.4 接线 Rı 其 中 A  $R1=200\Omega$ 为限流电阻, 200A R2为1K电 位器,作为 E 10V V 稳压电源 的负载。

图 1.4 理想电压源伏安特性实验电路图

接入直流稳压电源,并调节输出电压 E=10V,由大到小改变电阻 R2 的阻值(用 1k 的电位器),使其分别等于 620Ω、510Ω、390Ω、300Ω将相应的电压、电流数值记 入表 1.2 中。

3. 测定实际电压源的伏安特性。

首先选取一个 51Ω的电阻,作为直流稳压电源的内阻与稳压电源串联组成一个实际电压源模型,其实验线路如图 1.5 所示。其中负载电阻仍然取 620Ω、510Ω、390Ω、300Ω各值。实验步骤与前项相同,测量所得数据填入表 1.3 中。



图 1.5 实际电压源伏安特性实验电路图

### 六、实验操作注意事项

1. 测量直流电压时,应将量程开关转至相应的 DCV 量程上,然后将测试表笔 并联接在被测电路上;测量直流电流时,应将量程开关转至相应的 DCA 量程上,然 后将测试表笔串联接在被测电路上。

2. 如果事先对被测电压范围没有概念,应将量程开关转到最高的档位,然后根据显示值转至相应档位上;如屏幕显"1",表明已超过量程范围,须将量程开关转至较高档位上。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

表 1.1 线性电阻伏安特性实验数据记录表

U(V)	2	4	6	8	10
I(mA)					

表 1.2 理想电压源伏安特性实验数据记录表

$R(\Omega)$	620	510	390	300
U(V)				
I(mA)				

表 1.3 实际电压源伏安特性实验数据记录表

$R2(\Omega)$	620	510	390	300
U(V)				
I(mA)				

2. 结果与分析: 根据每个表格里面的数据记录画出各元件的伏安特性曲线, 对 一些数据误差作出必要的分析。

3.实验结论:线性电阻元件的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线;实际电压源的内阻越小,其特性越接近理想电压源。

## 实验二 基尔霍夫定律的验证

### 一、实验目的

1. 验证基尔霍夫电流定律和电压定律。

2. 加深对电流、电压参考方向的理解。

### 二、实验内容

选定实路电路中的任一个节点,将测量数据代入基尔霍夫电流定律加以验证。

 选定实路电路中的任一个闭合回路,将测量数据代入基尔霍夫电压定 律加以

验证。

#### 三、实验仪器

1. 组装电路或电路分析实验箱

2. 数字万用表

#### 四、实验基本原理

基尔霍夫定律是集总电路的基本定律,它包括电流定律和电压定律。

基尔霍夫电流定律(KCL):在集总电路中,任何时刻,对任一节点, 所有支路电流的代数和恒等于零。

基尔霍夫电压定律(KVL):在集总电路中,任何时刻,沿任一回路所 有支路电压的代数和恒等于零。


#### 五、实验方法与步骤

1. 实验前先任意设定三条支路的电流参考方向,可采用如图 2.1 中
I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>、I<sub>3</sub>所示。

2. 按图 2.1 所示接线。

按图 2.1 分别将 E1 、E2 两路直流稳压电源接入电路,令 E1 =3V,
E2 =6V, R1= 1KΩ 、R2= 1KΩ 、R3= 1KΩ。

4. 将万用表直流毫安档串联在 I1 、I2 、I3 支路中。

5. 确认连线正确后,再通电,将直流毫安表的值记录在表 2.1 中。

6. 用数字万用表分别测量电阻元件上的电压值,记录在表 2.1 中。

## 六、实验操作注意事项

在测支路电流和电阻电压时,数字万用表的"+、-"极要与电流、
电压的参考方向一致。

 如果事先对被测电压范围没有概念,应将量程开关转到最高的档位, 然后根据显示值转至相应档位上;如屏幕显"1",表明已超过量程范围, 须将量程开关转至较高档位上。

#### 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

被测量	$I_1$ (mA)	$I_2(mA)$	I <sub>3</sub> (mA)	$U_{R1}(V)$	$U_{R2}(V)$	$U_{R3}(V)$
计算量						
测量值						
相对误差						

表 2.1 基尔霍夫定律实验数据记录表

2. 结果与分析:

(1) 选定实路电路中的任一个节点,将测量数据代入基尔霍夫电流 定律加以 验证。

(2)选定实验电路中的任一闭合电路,将测量数据代入基尔霍夫电压 定律,

加以验证。

(3) 将计算值与测量值比较,分析误差原因。

# 实验三 单管共射放大电路的安装与测 试

#### 一、实验目的

1. 掌握放大电路静态工作点的调试方法及其对放大电路性能的影响。

2. 学习测量放大电路的静态工作点和电压放大倍数,了解共射极放大 电路的

特性。

# 二、实验内容

1. 测试单管放大电路的静态工作点。

2. 在合适的静态工作点下测量单管放大电路的交流参数。

## 三、实验仪器

- 1. 组装单元电路或模拟电路实验箱
- 2. 数字万用表
- 3. 交流毫伏表
- 4. 双踪示波器
- 5. 信号





#### 图 3.1 分压式射极偏置电路

如图 3.1 所示,根据电路分析原理,分压式射极偏置电路静态工作点可用下式 估算:

$$\begin{split} U_{B} &= \frac{R_{b2}}{R_{b} + R_{b2}} V_{CC} , \quad I_{E} = \frac{U_{B} - U_{BE}}{R_{E}} , \quad U_{CE} = V_{CC} - I_{C} (R_{C} + R_{e}) , \quad 电压放大倍数: \\ A_{V} &= -\beta \frac{R'_{L}}{r_{be}} , \end{split}$$

β可用万用表测量,  $A_v$  值也可进行如下估算(误差约在 10%):

$$A_{V} = -\beta \frac{R'_{L}}{r_{be}} = -\beta \frac{R'_{L}}{200 + (1 + \beta)} \frac{26(mV)}{I_{EQ}(mA)}$$

输入电阻:  $R_i = R_b //R_{b2} //r_{be}$ 

输出电阻:  $R_o = R_c$ 

放大器的静态工作点 Q(I<sub>BQ</sub>、I<sub>CQ</sub>、U<sub>CEQ</sub>)应在输入信号 Ui=0 的情况下进行测量,即将放大器输入端与地短路后再进行测量。通常,测量三级管三个极的电位,就可以判断其工作区域。

放大器的静态工作点是否合适,对放大器的性能及输出波形是否失真有 很大影响,过高、过低容易引起饱和、截止失真。通过调整元件参数可以解 决。

放大电路的测量和调试一般包括: 放大器静态工作点的测量与调试、放 大器各项动态参数测量与调试、消除干扰与自激等,本实验主要进行前两项

#### 五、实验方法与步骤

1. 装接电路。按图 3.1 所示连接电路,将 RP 的阻值调到最大位置。

接线完毕后仔细检查,确定无误后接通电源。调节 RP,使得 U<sub>E</sub>分别为 0V、3.2V、1.8V 时,测量相对应的 U<sub>B</sub>、U<sub>C</sub> 的值,并判断三极管的工作状态。将数据填入表 3.1。

3. 调整信号发生器,输出 f=1KHz,有效值为 5mv 的正弦信号,接入放 大电路的输入端,观察输出波形状态是否失真。

4. 在 U<sub>E</sub>=1.8V 的情况下,保持放大器的正弦信号输入 f=1KHz,有效值为 5mv 不变,放大器接入负载 R<sub>L</sub>,改变 R<sub>L</sub>的大小,测量放大倍数。将测量值填入表 3.2。

#### 六、实验操作注意事项

1. 在接线前先测量+12V 电源,关断电源后再连线。

 在接线时要注意按一定的顺序进行连接,以免漏掉元件,电解电容 在连接时注意区别极性。

2. 在调整信号发生器使其输出 f=1KHz, 有效值为 5mv 的正弦信号时用 交流毫伏表进行测量。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

$U_E$ (V)	0V	3.2V	1.8V
$U_B$ (V)			
$U_C$ (V)			
三极管工作状态			

表 3.1 分压式共射极偏置电路静态测试记录表

表 3.2 分压式共射极偏置电路动态测试记录表

给定参数	实测	实测计算

R <sub>C</sub>	$R_L$	V <sub>i</sub> (V)	Vo ( V)	$A_V = \frac{V_O}{V_i}$
5.1k	$\infty$	0.005		
5.1k	5.1k	0.005		
5.1k	2k	0.005		

2. 结果与分析:

(1)整理数据并分析静态工作点对放大器输出有何影响?改变静态工作点

常调整哪个元件参数?

(2) 加负载和空载放大电路的放大倍数有什么变化? 为什么?

(3) 晶体管毫伏表和万用表的交流档都可以测交流有效值,两者有何 区别?

# 实验四 集成运放常用电路的安装与测试

## 一、实验目的

1. 掌握用集成运算放大电路组成比例、求和电路的特点及性能。

2. 学会上述电路的测试和分析方法。

#### 二、实验内容

1. 测试电压跟随电路、反相比例放大器、同相比例放大电路、反相求和放大电

路和双端输入求和放大电路的输出。

2. 总结本实验中 5 种运算电路的特点及性能,分析理论计算与实验结果

误差的

原因。

### 三、实验仪器

1. 组装单元电路或模拟电路实验箱

2. 数字万用表

#### 四、实验基本原理

集成运放是一种具有很高电压放大倍数的直接耦合的多级放大器,当外部接入不同的元件及负反馈电路时,可以灵活地实现各种函数关系。在线性应用方面,可以组成多种运算电路。大多数情况下,可将其视为理想运算放大器,分析其组成的电路可用"虚短"和"虚断"的概念。即 U+=U-; I+=I-=0。

本实验采用通用型集成运放μA741, 八脚双列直插式, 引脚如图 4.1。2 脚为反相输入, 3 脚为同相输入, 6 脚为输出, 7 脚和 4 脚为正、负电源端, 1 脚和 5 脚为失调调零端, 1、5 脚之间可接之间可接入一只几十 kΩ的电位 器,并将滑动触头接负电源, 8 脚为空脚。在对精度要求不是很高的场合, 调零电位器可以不用。



图 4.1 µA741 引脚图

## 五、实验方法与步骤

1. 测试电压跟随电路

实验电路如图 4.2 所示。



#### 图 4.2 电压跟随电路

估算公式: U<sub>i</sub>=U<sub>+</sub>=U<sub>-</sub>=U<sub>0</sub>, 按表 4.1 的内容测量并记录。 2. 测试反相比例放大器 实验电路如图 4.3 所示。



图 4.3 反相比例放大电路

根据教材有关章节,估算公式: $U_o = -\frac{R_F}{R_1}U_i$ 

按表4.2 要求实验并测量记录。

3. 测试同相比例放大电路

实验电路如图 4.4 所示。



图 4.4 同相比例放大电路

根据教材有关章节,估算公式: $U_o = (1 + \frac{R_F}{R_1})U_i$ 

按表 4.3 要求实验并测量记录。

4. 测试反相求和放大电路

实验电路如图 4.5 所示。



图 4.5 反相求和放大电路

根据教材有关章节,估算公式: $U_o = -(\frac{R_F}{R_1}U_{i1} + \frac{R_F}{R_2}U_{i2})$ 

按表 4.4 要求实验并测量记录。 5. 测试双端输入求和放大电路 实验电路为图4.6所示。



图 4.6 双端输入求和放大电路

根据教材有关章节和叠加原理,估算公式: 按表 4.5 要求实验并测量记录。

# 六、实验操作注意事项

1. 在连接集成运放时注意要接±12V电源。

2. 测量输出电压 Uo时,应选用万用表直流电压档的合适量程。

3. 注意在测试反相求和放大电路与测试双端输入求和放大电路时,电路 输入端的不同。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

## 表 4.1 电压跟随电路实验数据记录表

V <sub>i</sub> (V)		-2	-0.5	0	0.5	1
	$R_L = \infty$					
Vo (V)	R <sub>L</sub> =5.1K					

#### 表 4.2 反相比例放大器实验数据记录表

直流输入电压 V <sub>i</sub> (V)		0.03	0.1	0.3	1	3
	理论估算(V)					
输出电压 Vo	实际值(V)					
	绝对误差					

## 表 4.3 同相比例放大器实验数据记录表

直流输入电压 V <sub>i</sub> (V)		0.03	0.1	0.3	1	3
	理论估算(V)					
输出电压 Vo	实际值(V)					
	绝对误差					

表 4.4 反相求和放大电路实验数据记录表

V <sub>i1</sub> (V)	0.3	-0.3
V <sub>i2</sub> (V)	0.2	0.2
Vo(V)		

表 4.5 双端输入求和放大电路实验数据记录表

V <sub>il</sub> (V)	1	2	0.2
$V_{i2}(V)$	0.5	1.8	-0.2
Vo(V)			

2. 结果与分析:

(1) 分析理论计算与实验结果误差的原因。

(2) 总结本实验中五种运算电路的特点及性能。

(3)思考当比例运算电路的输入太大时,输出与输入为什么不再是比例关系。

# 实验五 门电路功能测试

# 一、实验目的

1. 熟悉 TTL 各种门电路的逻辑功能及测试方法。

2. 了解 TTL 各种门电路的逻辑电平范围。

# 二、实验内容

1. 与非门、或非门、与或非门、异或门的逻辑功能测试。

2. 利用与非门实现"与电路"、"或电路"等。

## 三、实验仪器

1. 数字电路实验箱

2. 数字万用表

3. 74LS20 双四输入与非门、74LS02 四二输入或非门、74LS51 双 2-3 输入与

或非门、74LS86 四二输入异或门、74LS00 四二输入与非门

#### 四、实验基本原理

门电路是构成组合逻辑电路的基本单元。本实验采用 TTL 系列集成元件。以应用较多的 TTL 与非门为例作简要介绍,其典型电路如图 5.1 所示。



图 5.1 TTL 集成与非门的典型电路

电路分为输入级,中间级和输出级三部分。

输入级: 由一个多发射极晶体管 V1 电阻 R1 组成,相当于一个与门。

中间级:由晶体管 V2 和 R2、R3 组成,起倒相作用,在 V2 的集电极和发射极各提供一个电压信号,两者相位相反,供给推拉式结构的输出级。

输出级: 由晶体管 V3 、V4 、V5 和 R4 、R5 组成推拉式结构的输出电路,起作用实现反相,并降低输出电阻,提高带负载能力。

## 五、实验方法与步骤

1. 与非门逻辑功能测试。

用 74LS20双四输入与非门进行实验,其引脚图如图 5.2 所示。测试时按 图 5.3 接线,并按表 5.1 要求用开关改变输入端 A、B、C、D 的状态,借助指 示灯和万用表观测各相应输出端 F 的状态,把测试结果填入表 5.1 中。



图 5.2 74LS20 引脚图





线图

2. 或非门逻辑功能测试。

用 74LS02 四二输入或非门进行实验,其引脚图如图 5.4 所示。测试时按图 5.5 接线,并按表 5.2 要求用开关改变输入端 A、B 的状态,借助指示灯和万用 表观测各相应输出端 F 的状态,把测试结果填入表



图 5.4 74LS02 引脚图

3. 与或非门逻辑功能测试。

线图

用 74LS51 双 2、3 输入与或非门进行实验,其引脚图如图 5.6 所示。测试时 按图 5.7 接线,并按表 5.3 要求用开关改变输入端 A、B、C、D 的状态,借助指 示灯和万用表观测各相应输出端 F 的状态,把测试结果填入表 5.3 中。



图 5.6 74LS51 引脚图



4. 异或门逻辑功能测试。

用 74LS86 二输入四异或门进行实验,其引脚图如图 5.8 所示。测试时按图 5.9 接线,并按表 5.4 要求用开关改变输入端 A、B 的状态,借助指示灯和万用 表观测各相应输出端 F 的状态,把测试结果填入表 5.4 中。

冬





图 5.8 74LS86 引脚图

5. 利用 74LS00 与非门实现"或门电路"。要求写出转换式; 画出逻辑 图; 并利用实物芯片加以验证。74LS00 与非门引脚图如图 5.10 所示。



# 六、实验操作注意事项

1.74 系列电源电压 Vcc 应满足 5±0.5V,54 系列应满足 5±0.1V 的要求。 电源 Vcc 和地线一定不能颠倒,否则将引起大电流造成集成电路损坏。

2. 不用输入端不要悬空,否则容易受干扰,有时会造成电路误动作。因此多余的输入端要以不破坏逻辑关系的原则进行处理(接无效电平)。例如,与门和与非门的多余输入端应该接到高电平上(可直接接到 Vcc 上,或通过 几千欧上拉电阻连到 Vcc 上)。另外各种门都可以将多个输入端并联使用。

3. 输出端不允许与电源或地短路,否则可能造成器件损坏。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

表 5.1 与非门逻辑功能测试记录表

	输	Х		输	出 F
А	В	С	D	电压(V)	逻辑状态

0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	1	
0	1	1	1	
1	1	1	1	

表 5.2 或非门逻辑功能测试记录表

输	Х	输	出 F
A	В	电压(V)	逻辑状态
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

表 5.3 与或非门逻辑功能测试记录表

输入				输	出 F
А	В	С	D	电压(V)	逻辑状态
0	0	0	0		
0	0	0	1		
0	0	1	1		
0	1	1	1		
1	1	1	1		

表 5.4 异或门逻辑功能测试记录表

2. 结果与分析:

(1) 写出利用 74LS00 与非门实现或门电路转换式,并画出相应逻辑图。

(2) 根据数据记录表分析各门电路的逻辑功能。

(3)与非门一个输入端接连续脉冲,其余端是何状态时允许脉冲通过,是何状态时禁止脉冲通过?

输	Х	输	出 F
А	В	电压(V)	逻辑状态
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

# 实验六 组合逻辑电路分析

## 一、实验目的

- 1. 掌握组合逻辑电路的分析方法。
- 2. 掌握组合逻辑电路的测试方法。

# 二、实验内容

- 1. 测试并分析由集成与非门和异或门组成的半加器的逻辑功能。
- 2. 测试并分析由集成与非门和异或门组成的全加器的逻辑功能。
- 3. 测试并分析由集成异或门电路组成的奇偶校验器的逻辑功能。

## 三、实验仪器

1. 数字电路实验箱

- 2. 数字万用表
- 3.74LS00 (四二输入与非门)
- 4.74LS86 (四二输入异或门)

#### 四、实验基本原理

逻辑电路可分为组合逻辑电路和时序逻辑电路两大类。电路在任何时刻, 输出状态只决定于同一时刻各输入状态的组合,而与先前的状态无关的逻辑 电路称为组合逻辑电路。

组合逻辑电路的分析过程,一般分为如下三步进行:

- 1. 由逻辑图写出输出端的逻辑表达式 (有必要时需要化简);
- 2. 由逻辑表达式列出真值表;
- 3. 根据对真值表进行分析,确定电路功能。

组合逻辑电路的分析是指在逻辑电路结构给定的情况下,通过分析,确 定其逻辑功能;组合逻辑电路的设计是根据实际需要的逻辑功能,设计出最 简单的逻辑电路。组合逻辑电路的分析过程是组合逻辑电路设计的逆过程, 具体如图 6.1 所示。



图 6.1 组合逻辑电路的分析与设计过程

#### 五、实验方法与步骤

1. 分析半加器的逻辑功能。

(1) 用 74LS00 和 74LS86 各一片 (引脚图见实验五), 按图 6.2 接线。

(2) 要求由图 6.2 写出该电路的输出逻辑表达式。

(3) 按表 6.1 的要求改变 An、Bn 输入状态,借助指示灯观测相应的 Sn、 Cn 值,并将观测结果填入表 6.1 中,从而分析验证半加器的逻辑功能。



图 6.2 半加器电路图

2. 分析全加器的逻辑功能。

(1) 用 74LS00 和 74LS86 各一片 (引脚图见实验五), 按图 6.3 接线。

(2) 要求由图 6.3 写出该电路的输出逻辑表达式。

(3) 按表 6.2 的要求改变 An、Bn、Cn-1 的输入状态,借助指示灯观测相应的 Sn、Cn 值,并将观测结果填入表 6.2 中,从而分析验证全加器的逻辑功能。



图 6.3 全加器电路图

3. 分析四位奇偶校验器的逻辑功能

(1) 用 74LS86 按图 6.4 接好线。

(2)分析图 6.4 电路图,写出Q的逻辑表达式。

(3) 按表 6.3 改变 A、B、C、D 的输入状态,借助指示灯观测输出 Q 的状态,并填入表 6.3 中,从而分析验证四位奇偶校验器的逻辑功能。



图 6.4 四位奇偶校验器电路图

## 六、实验操作注意事项

在通电测试之前,务必要检查集成芯片所接电源端和接地端是否正确。

注意集成芯片的缺口标志的朝向,要使芯片管脚与接线插座旁的管脚号对应。

 插拔芯片时需要断电进行,如果集成芯片的管脚出现歪斜则应先将管 脚校正,然后再插入插座。

由于本次实验连接导线较多,如有导线连接出问题则排查比较难,因此实验开始前应将需要用到的导线进行测试,连接没问题再进行接线。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

表 6.1 半加器实验数据记录表

输	Л	输	田
An	Bn	Sn	Cn
0	0		
0	1		

1	0	
1	1	

输 入 输 出 Bn Cn-1 Sn Cn An 

表 6.2 全加器实验数据记录表

表 6.3 四位奇偶校验器实验数据记录表

	输	Х		输 出
A	В	С	D	Q
0	0	0	0	

0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	



			输	Х		输出	
		А	В	С	D	Q	2 结
果	与	1	0	0	1		分析:
		1	0	1	0		将 各
组测	合	1	0	1	1		逻辑电路
<b></b> 例 果	山	1	1	0	0		输出表达
式	进	1	1	0	1		行比较,分
析	各	1	1	1	0		组合逻辑
电	路	1	1	1	1		的逻辑功
能,	若	-					测试的输

出结果与输出表达式结果不符,则分析其原因。

# 《机械原理》实验

- 实验一 机构认知
- 实验二 平面机构运动简图测绘
- 实验三 齿轮加工范成法加工实验
- 实验四 平面机构创新设计

# 实验一 机构认知 实验指导书

#### 一、实验目的

 配合课堂教学及课程进度,为学生展示大量丰富的实际机械、机构模型、机电 一体化设备及创新设计实例,使学生对实际机械系统增加感性认识,加深理解所学知识,
开阔眼界,拓宽思路,启迪学生的创造性思维并激发创新的欲望,培养学生最

基本的观察能力、动手能力和创造能力。

#### 二、实验设备

1.机械原理陈列柜及用具。



图 1-1 机械原理陈列柜

2.草稿纸、铅笔、橡皮、直尺、圆规、游标卡尺等用品

#### 三、实验内容

机器和仪器都是由机构组成的,其中具有确定运动的各工作构件产生或影响机器和 仪器的工作过程。同时,在机器和仪器的制造以及其它众多技术设备也都是由机构组成。 而且,随着生产过程的自动化以及向着高精度、高速度、高效率的发展趋势,要求设计 出更多的新机构与之相适应。本实验中展示的经典机构有:平面铰链连杆机构、常用机 构、凸轮机构、齿轮机构、蜗轮蜗杆机构、机构的组合、棘轮机构及槽轮机构等间歇机 构、空间机构等。

#### 四、注意事项

1. 注意人身安全;不要在实验室内跑动或打闹,以免被设备碰伤;特别应注意摇动设备时不要压轧着自己或别人的手。

 2.爱护设备;摇动设备动作要轻,以免损坏设备;一般不要从设备或展台上拿下 零件;若拿出零件,看完后应按原样复原,避免零件丢失。

- 3. 不要随便移动设备,以免受伤或损坏设备。
- 4. 注意卫生;禁止随地吐痰和乱扔杂物;禁止脚踩桌椅板凳。
- 5. 完成实验后,学生应将实验教室打扫干净,将桌椅物品摆放整齐。

#### 五、实验报告完成内容

- 一) 写出实验中所观察的 3-5 种机构的名称。
- 二)写出生活中常见的 1-2 中机械名称,并画出机构运动简图。
- 二) 思考题:
  - 1.什么是机器?什么是机构?两者有何区别?
  - 2.机构自由度大于或小于原动件数时,各会产生什么结果?

3.在本次实验中是否遇到复合铰链、局部自由度或虚约束等情况。在机构自由度计 算中你是如何处理的?说明它们在实际机构中所起的作用。

# 实验二 平面机构运动简图测绘

#### 一、实验目的

1. 对运动副、零件、构件及机构等概念建立实感;

2. 熟悉并运用各种运动副、构件及机构的代表符号;

3. 培养依照实有机械绘制其机构运动简图的技能;

4. 熟悉平面机构自由度的计算方法。

#### 二、实验内容

1. 绘制机构模型的机构运动简图。

2. 根据所绘制的机构运动简图计算其机自由度。

#### 三、实验设备及用具

1. 机构模型或实物, YM-B机构运动模型 10 套。

2. 量具:钢板尺、卡尺。

3. 学生自备:铅笔、草稿纸、橡皮、直尺或三角板、圆规。

#### 四、实验原理

#### 1. 机构运动简图

机构运动简图是表示机构运动特征与传动方案的简化图形。它是用简单的线条和规 定的符号代表构件和运动副,按一定比例尺绘制出个运动副之间的相对位置。

视图平面应选择平面机构的运动平面或与其平行的平面;用简单的线条和规定的符号画构件和运动副时,应撇弃构件和运动副中与运动无关的形状及固连方式;机构的运动尺寸指各运动副之间的相对位置尺寸,初学者容易忽略的是各固定铰链、移动副的定 位尺寸;机构运动简图的比例用 μ<sub>1</sub>表示:

# $\frac{构件实际尺(m)}{\mu_{l=}}$ 简图所画尺寸(mm)

如构件实际尺寸 0.5m, 简图中用 50mm 表示,则其比例尺 µ/=0.01m/mm。

注意: μ<sub>1</sub>与机构制图中的比例尺不同, μ<sub>1</sub>是有单位的,计算式中分子、分母与机 械制图比例尺中的相反。μ<sub>1</sub>的单位用 m/mm 是为了与对机构作运动分析时的速度单位 (m/s)、加速度单位 (m/s<sup>2</sup>)相对应,计算方便。

#### 2. 平面机构自由度计算公式:

 $F=3n - (2P_1 + P_h)$ 

式中, n 为活动构件数; P<sub>1</sub>为低副数; P<sub>1</sub>为高副数。

计算机构自由度时应注意:

(1)复合铰链 当 m(m>2)个构件在同一处以转动副相连接,构成复合铰链时,共有(m-1)个转动副。

(2)局部自由度 某构伴所产生的局部运动不影响其他构件的运动,则这种局部运动的自由度称局部自由度。在计算机构自由度时,应将局部的自由度去除,产生局部运动的构件也不计。

(3)虚约束 有些构件的运动副带人的约束对机构运动只起重复约束作用,称这种 约束为虚约束,在计算机构自由度时。应去除虚约束数,即将形成虚约束的构件和运动 副去除。

#### 五、实验步骤

1. 转动原动件, 使机构运动, 观察机构运动传递情况及工作原理。

2.数出活动构件数目,确定运动副的类别及各类运劫副数目(转动副、移动副、高副)
3.测量各运动副间相对位置尺寸,选定比例尺µ1,并在草稿纸上画机构运动简图。画
图时应先画出固定铰链中心点及移动副导轨中心线,然后再画其他运动副位置。

 4. 计算机构自由度,若有复合铰链、局部自由度和虚约束需指出,判断机构是否具有确 定的运动。

#### 六、思考题

1. 绘制机构运动简图时应当把握的要点是什么?

2. 一个平面转动副、移动副、高副各有几个约束?

3. 机构自由度的计算对测绘机构运动简图有何帮助?

# 七、实验结果:

# 画出 3-5 种机械的机构运动简图,完成下表内容的填写。

# "机构运动简图测绘"实验结果

机构 名称	比例 尺 µ <sub>1</sub>	机构运动简图	自由度计算

# 实验三 齿轮加工范成法加工实验

#### 一、实验目的

1.掌握用范成法切制渐开线齿轮的原理,观察用齿条(刀具)绘制齿廓曲 线的过程;

2.了解标准齿轮Z<Zmin时产生根切的现象及用移距修正法避免根切的 方法,以建立变位齿轮的概念

3.比较标准齿轮与变位齿轮齿顶圆齿厚和齿根圆齿厚。

#### 二、实验设备和工具

1.三角尺 2.齿轮范成仪 3.圆规

4.绘图纸(280mmxl50mm) 5.剪刀

6.两种不同颜色的铅笔

三、齿轮范成仪的技术规范

1.齿条刀具的参数:模数m=20mm、10mm;压力角α=20°;齿顶高系数 ha\*=1;径向间隙系数C\*=0.25;

2.被加工齿轮的参数:分度圆直径d=200mm,齿数z=d/m=10、20:

3.仪器的最大移距量: xm=-10mm~+10mm。

#### 四、齿轮范成仪的工作原理与构造

范成法是利用一对齿轮(或齿轮与齿条)互相啮合时其共轭齿廓为包络 线的原理来切齿的。

本实验所用的齿轮范成仪是模仿齿轮与齿条的啮合过程来设计的,刀 具模型为一齿条(相当于齿条插刀),齿轮模型则为相当于被切削齿轮的半圆 盘,其结构如图2所示。半圆盘1可绕其固定的轴心o转动,在半圆盘1边缘刻 有代表分度圆的凹槽,槽内绕有钢丝3,两端分别固定在半圆盘1及纵拖板5 上的a,b和c,d处,纵拖板5可在机架8上沿水平方向左右移动,并通过钢丝 3带动半圆盘1亦相应地向左或向右转动,这与被加工齿轮相对于齿条刀具的 运动过程相同,齿条刀具6通过两只销钉固定在横拖板4上,横拖板4装在纵 拖板5的径向导槽内,旋转螺秆7,可使横拖板4带着齿条6沿垂直方向相对于 半圆盘1的中心O作径向移动,用以调节齿条中线与半圆盘中心之间的距 离 当齿条中线与被切齿轮分度圆相切时,齿条中线与节线重合,便能切制 出标准齿轮。这时均匀地移动纵拖板5,将刀刃各个位置的投影线用铅笔描 绘在轮坯纸上,便能清楚地观察到齿轮的范成过程。



#### 图1 齿轮范成仪结构简图

1.半圆盘 2.压环 3.钢丝 4.横拖板 5.纵拖板 6.齿条刀具 7.螺 杆 8.机架

若旋转螺杆8,改变齿条中线与半圆盘l中心o的距离,使齿条中线与刀 具节线分离,如图2所示,此时齿条中线与被切齿轮分度圆分离xm,但刀具 节线仍与被切齿轮分度圆相切,这样便能切制出变位

齿轮。这时均匀地移动纵拖板5,将刀刃每个位置的投影线用铅笔描绘 在轮坯纸上,便更能清楚地观察到变位齿轮的范成过程。

五、 实验步骤

L.根据刀具参数α,m,ha\*,C\*和被加工齿轮的分度圆半径r,求出被加工齿轮的基圆半径rb,齿根圆半经rf和齿顶圆半径ra。

2.计算出不发生根切现象时的最小变位系数Xmin=(17-z) / 17, 然后取 定变位系数x(X>Xmin),得变位齿轮的移距数值xm。计算变位齿轮的节圆半 径r',齿根圆半径rf和齿顶圆半径ra'。

3.在一张图纸上分别以r, rf, ra, rf, ra,和r为半径画七个同心半圆, 最后将图纸剪成半径比ra'大3-5mm的半圆纸坯,作为被加工齿轮的轮坯。

4.将半圆纸坯放在范成仪的半圆盘1上,使二者圆心重合,然后用压板 2压住,并用两只螺钉夹紧,对准两销孔放上有机玻璃材料的齿条刀具6。

1

5.范成标准齿轮

(1) 旋转螺杆7使横拖板4垂直移动,调整刀具中线与纸坯的分度圆相切;

(2) 将纵拖板5推至左(或右)极限位置,然后将纵拖板5均匀地向右(或 左)移动,每移动一微小距离再用蓝铅笔(或蓝圆珠笔)在纸坯上描下齿条刀 刃位置的投影线(相当于切去齿坯间的材料),直至形成2-3个完整的轮齿为 止;

(3) 用标准渐开线样板检验所绘得的渐开线齿廓,观蔡有无根报切现 象或观察刀具的齿顶线是否超过极限啮合点N,以判别有无根切。

6.范成正变位齿轮

(1) 调整螺杆7使横拖板4垂直移动,调整刀具中线与齿坯的分度圆分离xm值;
(2) 将纵拖板5推至左(或右)极限位置,然后将纵拖板5均匀地向右(或左)移动,每移动一微小距离,用红铅笔(或红圆珠笔)在纸坯上描下齿条刀刃位置的投影线,直至形成2~3个完整的轮齿为止;

(3) 检验变位齿轮的齿廓.观察还有没有根切观象。

7.比较不同颜色绘出的齿廓,渐开线是否相同?注意齿顶圆齿厚与齿根 圆齿厚的变化情况。

#### 六、思考题

1.通过实验,说明你所观察到的根切现象是怎样的?是由于什么原因引起的?如何避免根切?

2.比较用同一齿条刀具加工出的标准齿轮与变位齿轮的儿何参数:m, a,r,rb, ha, hf, rf, ra, s, sb, sa, sf 哪些变了, 哪些没变?为什么?

3.齿廓曲线是否全是渐开线?根切现象发生在基圆内还是基圆外?

# 七、实验记录:

1.实验原始数据

参数	M(mm)	α	ha*	C*	d (mm)
数值					

2、齿轮参数计算

项目	公式	标准齿轮	变位齿轮
齿数	z=d/m		
变位系数	x=x <sub>min</sub> =(17-z)/17		
基圆半径	r <sub>b</sub> =rcos <b>a</b>		
齿顶圆半径	$r_b=r+(h_a*+x)m$		
齿根圆半径	$r_f = r - (h_a * + c * - x) m$		
周节	p= π m		
基节	p₀=pcosα		
分度圆齿厚	$s=[(\pi/2)+2xtan\alpha]m$		
分度圆齿间	$e=[(\pi/2)-2xtan\alpha]m$		

# 实验四 平面机构创新设计

一、实验目的

 培养学生对机械系统运动方案的整体认识,加强学生的工程实践背景 的训练,拓宽学生的知识面,培养学生的创新意识、综合设计及工程实践动手 能力;

通过机构的拼接,在培养工程实践动手能力的同时,可以发现一些基本机构及机械设计中的典型问题,通过解决问题,可以对运动方案设计中的一些基本知识点融会贯通,对机构系统的运动特性有一个更全面更深入的理解;

加深学生对机构组成原理的认识,进一步掌握机构运动方案构型的各种创新设计方法。

二、实验设备和工具

创新组合模型一套,包括组成机构的各种运动副、构件、动力源及一套实验工具(扳手、起子)。构件包括机架、连杆、圆柱齿轮、齿条、圆锥齿轮、蜗轮蜗杆、凸轮及从动件、槽轮及拨盘和皮带轮等,运动副包括转动副、移动副、齿轮副、槽轮副等。

三、实验原理

根据平面机构的组成原理,平面机构是由各个杆组依次联结到机架和原动件上形成的。机构具有确定运动的条件是机构的自由度大于零,且原动件数和机构的自由度相等。 所拼接的机构必须满足以上两个条件。

四、实验前的准备工作

1.要求预习本实验,初步了解机构创新模型各零部件的功能;
2.选择要拼接的机构运动方案,或自行设计一运动方案,初步确定拼接方案。

五、注意事项

以手动方式输入运动,确认机构拼接无误后,经指导教师许可后再用电机驱动。无 人在场时请关闭电源。

六、实验内容

根据平面机构的组成原理,由学生自行设计机构,并按照机构具有确定运动的条件, 检验所设计的机构能否具有确定的运动,然后再根据所设计的机构进行拼接。拼接完成 后,检验所设计的机构是否能够完成预期的运动。 七、实验步骤

1.根据所组装的机构,选择所需运动副、构件、动力源,及所需工具。

2.根据设计方案,用相应的运动副依次联结各个构件。应确保所联结的各个构件在 互相平行的平面内运动。

3. 选定原动件,根据机构具有确定运动的条件,验证所拼接的机构是否能够运动。

4.在原动件上接入动力源。在机构运动之前,以手动方式输入运动,确认机构拼接 无误后,经指导教师许可后再用电机驱动。无人在场时请关闭电源。

八、思考题

1. 设计机构方案时,需考虑哪些方面的问题?

2. 在拼接机构时,为何需确保各个构件在互相平行的平面内?

# 实验报告

一、画出所拼机构的运动方案简图,并简要说明其结构特点和工作原理及应 用场合;

#### 二、思考讨论题

1. 设计机构方案时, 需考虑哪些方面的问题?

2. 在拼接机构时,为何需确保各个构件在互相平行的平面内?

# 《控制工程基础》实验

实验一 用MATLAB处理系统数学模型 实验二 用MATLAB进行系统时域分析 实验三 用MATLAB绘制系统根轨迹 实验四 用MATLAB进行系统频域分析

# 实验1用 MATLAB 处理系统数学模型

## 一、实验目的

通过实验使学生熟悉各种数学模型,系统模型,以及建立数学模型的方法,理解系统结构及数学模型。运用 MATLAB 建立较复杂系统的数学模型。

重点及难点:

熟悉各种数学模型,系统模型,以及建立数学模型的方法,理解系统结构及数学模型。 运用 MATLAB 建立较复杂系统的数学模型。

# 二、实验内容

# 一建立模型

对于简单系统,可以直接采用基本模型"传递函数"进行建模,但实际系统 较为复杂,通常由几个简单系统连接而成,常见连接方式为并联、串联、闭环和 反馈。下面介绍采用这些连接方式的系统传递函数的MATLAB求法。

# 1. 并联

将两个系统  $G_1(s)$ 和  $G_2(s)$ 按并联方式连接,在MATLAB中可用parallel函数实现,其调用格式为 [num,den]=parallel(num1,den1,num2,den2) 式中,  $G_1(s) = \frac{\text{num1}}{\text{den1}}$ ,  $G_2(s) = \frac{\text{num2}}{\text{den2}}$ ,  $G_1(s) + G_2(s) = \frac{\text{num}}{\text{den}}$ 。

# 2. 串联

将两个系统  $G_1(s)$  和  $G_2(s)$  按串联方式连接,在MATLAB中可用series函数实现,其调用格式为 [num,den]=series(num1,den1,num2,den2) 式中,  $G_1(s) = \frac{num1}{den1}$ ,  $G_2(s) = \frac{num2}{den2}$ ,  $G_1(s)G_2(s) = \frac{num}{den}$ 。

# 3. 闭环(单位反馈)

将系统通过正负反馈连接成单位反馈系统,即H(s) = 1,  $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 \pm G(s)}$ (式中"+"号对应负反馈,""号对应正反馈),在MATLAB中可用cloop函 数实现,其调用格式为 [num,den]=cloop(numg,deng,sign) 式中, $G(s) = \frac{numg}{deng}; \frac{G(s)}{1 \pm G(s)} = \frac{num}{den}; sign表示反馈形式,为可选参数,$ sign = 1 为正反馈,为负反馈, sign缺省时系统自动默认为负反馈。

例1 已知两个子系统为  $G_1(s) = \frac{3}{s+4}$   $G_2(s) = \frac{2s+4}{s^2+2s+3}$  采用并联方式连接,请用MATLAB求解。

 $G_1(s) + G_2(s) = \frac{5s^2 + 18s + 25}{s^3 + 6s^2 + 11s + 12}$ 

# 4. 反馈

将两个系统G(s)和H(s)按反馈方式连接成闭环系统,即 $\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 \pm G(s)H(s)}$ (式中"+"号对应负反馈,""号对应正反馈),在MATLAB中可用feedback函数实现,其调用格式为 [num,den]=feedback(numg,deng,numh,denh,sign) 式中, $G(s) = \frac{\text{numg}}{\text{deng}}$ , $H(s) = \frac{\text{numh}}{\text{denh}}$ , $\frac{G(s)}{1 \pm G(s)H(s)} = \frac{\text{num}}{\text{den}}$ , sign的意义与cloop相同。 例2 已知两个子系统为 式连接,请用MATLAB求解。 $G(s) = \frac{2s^2 + 5s + 1}{s^2 + 2s + 3}$   $H(s) = \frac{5(s+2)}{s+10}$ 采用负反馈方
# 二 简化模型

使用MATLAB中的minreal函数可以从传递函数*G*(*s*)的分子多项式和分母多项 式中除去它们共同的因子,即实现零、极点对消,从而消除模型中过多的或不必 要的状态。

minreal函数的调用格式为

[num,den]=minreal(numg,deng)

式中, numg和deng分别为G(s)的分子多项式和分母多项式, G(s)简化后为  $\frac{num}{den}$ 。

例3 请用MATLAB简化系统  $G(s) = \frac{s^2 + 5s + 6}{s^2 + 3s + 2}$ 

解 显然 
$$G(s) = \frac{s^2 + 5s + 6}{s^2 + 3s + 2} = \frac{(s + 2)(s + 3)}{(s + 1)(s + 2)} = \frac{s + 3}{s + 1}$$
  
输入以下MATLAB程序  
numg=[1,5,6];  
deng=[1,3,2];  
[num,den]=minreal(numg,deng);  
printsys(num,den)  
运行结果为  
1 pole-zero(s) cancelled  
num/den =  
 $s + 3$   
-----  
 $s + 1$ 

# 实验2用 MATLAB 进行系统时域分析

## 一、实验目的

通过实验使学生熟悉各种系统模型,以及对系统进行时域分析;对较复杂系统运用 MATLAB软件进行时域分析。

重点及难点:

熟悉各种系统模型,以及对系统进行时域分析;对较复杂系统运用 MATLAB 软件进行时域分析。

# 二、实验内容

利用MATLAB程序设计语言可以方便、快捷地对控制系统进行时域分析。由 于控制系统的稳定性决定于系统闭环极点的位置,因此欲判别系统的稳定性,只 需求出系统的闭环极点的分布状况即可,利用MATLAB中的函数可以快速求解和 绘制出系统的零、极点。欲分析系统的动态特性,只要给出系统在某典型输入下 的输出响应曲线即可,同样,利用MATLAB可以十分方便地求解和绘制出系统的 响应曲线。

# 一 用MATLAB分析系统的稳定性

在MATLAB中,可以利用tf2zp函数将系统的传递函数形式变换为零、极点增益形式,可以利用zp2tf函数将系统的零、极点形式变换为传递函数形式,可以利用pzmap函数绘制出连续系统的零、极点分布图,还可以通过利用roots函数求解分母多项式的根来确定系统的极点,从而判别系统的稳定性。

以上提到的函数在MATLAB中的调用格式分别为

[z,p,k]=tf2zp(num,den)
[num,den]=zp2tf(z,p,k)
pzmap(num,den)
roots(den)

式中, z为系统的零点; p为系统的极点; k为增益; num为分子多项式降幂排列的系数向量; den为分母多项式降幂排列的系数向量。

例1 已知连续系统的传递函数为  

$$G(s) = \frac{3s^4 + 2s^3 + 5s^2 + 4s + 6}{s^3 + 3s^4 + 4s^3 + 2s^2 + 7s + 2}$$
要求: (1) 求出该系统的零、极点及增益; (2) 绘制其零、极点分布图,并判  
别系统稳定性。  
解 输入以下MATLAB程序  
num=[3,2,5,4,6];  
den=[1,3,4,2,7,2];  
[z,p,k]=tf2zp(num,den)  
pzmap(num,den);  
title('Poles and Zeros Map')  
运行结果为  
 $z =$   
0.4019 + 1.1965i  
0.4019 - 1.1965i  
-0.7352 + 0.8455i  
-0.7352 - 0.8455i





# 二 用MATLAB分析系统的动态特性

MATLAB中提供了多种求取连续系统输出响应的函数,如单位阶跃响应函数step、单位脉冲响应函数impulse、任意输入下的仿真函数lsim等,它们在MATLAB中的调用格式分别为

[y,x,t]=step(num,den,t) 或 step(num,den) [y,x,t]=impulse(num,den,t) 或 impulse(num,den) [y,x]=lsim(num,den,u,t) 式中, y为输出响应; x为状态响应; t为仿真时间; u为输入信号。

例2 已知典型二阶系统的传递函数为 其中,试绘制系统在时的单位阶跃响应。 解 输入以下MATLAB程序 wn=6: num= $[wn^2]$ : t=[0:0.1:10]; zeta1=0.1;den1=[1,2\*zeta1\*wn,wn^2]; zeta2=0.3;den2=[1,2\*zeta2\*wn,wn^2]; zeta3=0.5;den3=[1,2\*zeta3\*wn,wn^2]; zeta4=0.7;den4=[1,2\*zeta4\*wn,wn^2]; zeta5=1.0;den5=[1,2\*zeta5\*wn,wn^2]; [v1,x,t]=step(num,den1,t); [v2,x,t]=step(num,den2,t); [v3.x.t]=step(num,den3,t); [y4,x,t]=step(num,den4,t); [v5,x,t]=step(num,den5,t); plot(t,y1,t,y2,t,y3,t,y4,t,y5); grid; xlabel('t'); vlabel('y'); title('Step Response')



例3 已知三阶系统的传递函数为 100(s+2) $G(s) = \frac{1}{s^3 + 1.4s^2 + 100.44s + 100.04s}$ 请绘制系统的单位阶跃响应和单位脉冲响应曲线。 解 输入以下MATLAB程序 num=[100,200]; den=[1,1.4,100.44,100.04]; t1=[0:0.1:25]; t2=[0:0.1:30]; [v1.x1,t1]=step(num.den.t1); [v2.x2,t2]=impulse(num,den,t2); subplot(2,1,1),plot(t1,y1); grid; xlabel('t'); vlabel('v'); title('Step Response');







# 实验3用 MATLAB 绘制系统根轨迹

### 一、实验目的

通过实验使学生熟悉各种系统模型,以及绘制系统的根轨迹,并且通过绘制的根轨迹对 系统性能进行分析。

重点及难点:

熟悉各种系统模型,以及绘制系统的根轨迹,并且通过绘制的根轨迹对系统性能进行分析。

### 二、实验内容

利用MATLAB可以非常方便地绘制系统的根轨迹图。本节将介绍如何利用 MATLAB方法绘制根轨迹。

使用rlocus命令可以得到连续单输入单输出系统的根轨迹图,此命令有两种 基本形式:

rlocus(num,den) 或 rlocus(num,den,k)

其中, num、den分别为单输入单输出系统开环传递函数的分子多项式、分母 多项式降幂排列的系数向量。利用rlocus命令绘制的根轨迹图是自动生成的。如 果参数k是指定的, rlocus命令将按照给定的参数绘制根轨迹图, 否则增益k是自 动确定的, k的变化范围是0到∞。

但是,下面这种带有输出变量的引用函数形式,返回的是系统的闭环极点。 clpoles=rlocus(num,den)或 clpoles=rlocus(num,den,k)

用MATLAB绘制根轨迹时,具有x、y坐标轴自动定标功能。如果希望自行设置显示图形的坐标范围,可以用axis命令定义绘制图形的轴线区域。例如

axis([-2.5,1-3,3]);

表示x轴的显示范围是-2.5~1, y轴的显示范围是-3~3。



单位反馈系统的根轨迹图

# 实验4用 MATLAB 进行系统频域分析

# 一、实验目的

通过实验使学生熟悉各种系统模型,以及绘制系统的伯德图和内奎斯特图,并且通过绘制的频域图对系统性能进行分析。

重点及难点:

熟悉各种系统模型,以及绘制系统的伯德图和内奎斯特图,并且通过绘制的频域图对系统性能进行分析。

# 二、实验内容

MATLAB包含了进行控制系统分析与设计所必需的工具箱函数。下面简单介绍 bode(伯德)函数和nyquist(奈奎斯特)函数的用法。

# 1. bode

功能:求连续系统的伯德频率响应,即绘制伯德图。 格式: [mag,phase,w]=bode(a,b,c,d) [mag,phase,w]=bode(a,b,c,d,iu) [mag,phase,w]=bode(a,b,c,d,iu,w) [mag,phase,w]=bode(num,den) [mag,phase,w]=bode(num,den,w)

说明: (1) bode函数可计算出连续时间系统的幅频和相频响应曲线(即伯德 图)。当缺省输出变量时, bode函数可在当前图形窗口中直接绘制出连续时间系统 的伯德图。

(2) bode(a,b,c,d)可绘制出系统的一组伯德图,它们是针对多输入一多输出连 续系统的每个输入的伯德图。其中,频率范围由函数自动选取,而且在响应快速变 化的位置会自动采用更多的取样点。

(3) bode(a,b,c,d,iu)可得到从系统第iu个输入到所有输出的伯德图。

(4) bode(num,den)可绘制出以连续时间多项式传递函数表示的系统伯德图。

(5) bode(a,b,c,d,iu,w)或bode(num,den,w),可以利用指定的频率矢量绘制出系统的伯德图。

(6) 当带输出变量引用函数时,可得到系统伯德图相应的幅度、相位及频率点矢量,其相互关系为 $G(s) = c(sI - a)^{-1}b + d$ ,  $mag(\omega) = |G(j\omega)|$ ,  $phase(\omega) = \angle G(j\omega)$ 。相位以度为单位,幅度可转换成以dB为单位,

即 magdB =  $20 * \log 10 (mag)$ 。



- 8 [mag, pha, wl]=bode (num, den, w);
- 9 subplot(2, 1, 1);
- 10 hold on;
- 11 semilogx(wl, mag);
- 12 subplot(2, 1, 2);
- hold on; 13

- ylabel('Gain(dB)'); 20
- subplot (2, 1, 2); 21
- 22 grid on;
- xlabel('Frequency(rad/sec)'); 23
- ylabel('Phase(deg)'); 24
- 25 hold off





说明: 命令函数logspace(-1,1,100)用于产生由 到 对数分度的100值的矢量; 命令函数semilogx则用于绘制横坐标是对数分度、纵坐标是线性分度的半对数坐 标曲线。

从135页图中可以看出, 当 $\omega \to 0$ 时, 相角  $\varphi(\omega)$ 也趋于0; 当 $\omega \to \infty$ 时,  $\varphi(\omega) \to -180^\circ$ ; 当 $\omega = \omega_n$ 时,  $\varphi(\omega) = -90^\circ$ 。当 $\omega = \omega_n$ 时, 频率响应的幅度最大。

# 2. NYQUIST

功能:求连续系统的奈奎斯特频率曲线,即绘制奈氏图。

- 格式: [re,im,w]=nyquist(a,b,c,d)
  - [re,im,w]=nyquist(a,b,c,d,iu) [re,im,w]=nyquist(a,b,c,d,iu,w)
  - [re,im,w]=nyquist(num,den)
  - [re,im,w]=nyquist(num,den,w)

说明: (1) nyquist函数可计算连续时间系统的奈氏频率曲线,当不带输出 变量引用函数时, nyquist函数会在当前图形窗口中直接绘制出奈氏曲线。

(2) nyquist(a,b,c,d)可得到一组奈氏曲线,每条曲线相应于多输入一多输出 连续系统的输入一输出组合对,其频率范围由函数自动选取,而且在响应快速变 化的位置自动选取更多的取样点。

(3) nyquist(a,b,c,d,iu)可得到从第iu个输入到系统所有输出的奈氏曲线。

(4) nyquist(num,den)可得到连续多项式传递函数 G(s) = num(s) / den(s) 表示的系统奈氏曲线。

(5) nyquist(a,b,c,d,iu,w)或nyquist(num,den,w)可利用指定的频率向量w来绘制系统的奈氏曲线。

(6)当带输出变量引用函数时,可得到系统奈氏曲线的数据,而不直接绘制出系统的奈氏曲线。

例3 有一二阶系统

$$G(s) = \frac{2s^2 + 5s + 1}{s^2 + 2s + 3}$$

试绘制该系统的奈氏曲线。



连续系统的奈氏曲线

例4 已知开环系统

$$G(s) = \frac{50}{(s+5)(s-2)}$$

试绘制系统的奈氏曲线,判断闭环系统的稳定性,并绘制闭环系统的单位脉冲 响应。

解 根据开环系统的传递函数,利用nyquist函数绘出系统的奈氏曲线,并 根据奈氏判据判别闭环系统的稳定性,最后利用cloop函数构成闭环系统,并 用impulse函数求出脉冲响应,以验证系统的稳定性结论。输入以下MATLAB 程序

k=50; z=[]; p=[-5,2]; [num,den]=zp2tf(z,p,k); figure(1); nyquist(num,den); title('Nyquist Plot');





# 《嵌入式系统及应用》实验

- 实验一 GPIO 端口通信实验
- 实验二 USART 串口通信实验
- 实验三 通用定时器实验
- 实验四 ADC 实验

# 实验一 GP10 端口通信实验

一、实验目的

1. 理解嵌入式系统中 GPIO (通用输入输出)端口的基本概念和作用;

2. 学习使用 Protues 和 Keil 软件进行 GPIO 端口的仿真实验;

3. 掌握 STM32F107 微处理器的 GPIO 端口的配置和操作方法;

4. 进行实验数据记录、实验结果分析,得出实验结论。

# 二、实验内容

在 Protues 和 Keil 软件中,使用 STM32F107 微处理器的 GPIO 端口模拟 实现 LED 的闪烁和按键的检测,并进行实验数据记录、实验结果分析,最 终得出实验结论。

#### 三、实验仪器

17. 计算机;

18. Protues 软件;

19. Keil 软件。

#### 四、实验基本原理

GPIO (通用输入输出)端口是嵌入式系统中常用的外设接口,用于与外部设备进行数据交互。STM32F107 微处理器提供了丰富的 GPIO 端口,并通过相应的寄存器进行配置和控制。Protues 软件提供了 STM32F107 微处理器的仿真环境,可以进行 GPIO 端口的模拟实验。Keil 软件用于编写和烧录程序代码到 STM32F107 微处理器。

# 五、实验方法与步骤

1. 打开 Protues 软件,并创建新的工程。

2. 在工程中添加一个 STM32F107 微处理器模块。

3. 添加一个 LED 模块,用于模拟 LED 灯。

4. 添加一个按键模块,用于模拟按键。

5. 连接 STM32F107 微处理器模块和 LED 模块的 GPIO 端口。

6. 连接 STM32F107 微处理器模块和按键模块的 GPIO 端口。

7. 配置 STM32F107 微处理器模块的 GPIO 端口为输出模式,并设置初始值为低电平。

8. 配置 STM32F107 微处理器模块的 GPIO 端口为输入模式,并启用内部上拉电阻。

9. 打开 Keil 软件,并创建一个新的工程。

10. 在 Keil 软件中编写 STM32F107 微处理器的程序代码, 实现 LED 的 闪烁和按键的检测。

11. 编译程序代码,并将生成的可执行文件烧录到 STM32F107 微处理器。

12. 在 Protues 软件中加载烧录好的程序代码。

13. 运行仿真实验,并观察 LED 的闪烁和按键的状态变化。

14. 记录实验数据,包括 LED 的闪烁频率、按键的按下与释放状态等。

### 六、实验操作注意事项

7. 在操作 Protues 和 Keil 软件时,注意保存实验工程,以防数据丢失。

8. 连接线路时,确保正确连接,避免短路或接触不良。

9. 确保计算机上已正确安装 Protues 软件和 Keil 软件,并具备运行所需的系统配置。

10. 在编写 STM32F107 微处理器的程序代码时,可以使用 C 语言进行编程。

11. 在运行仿真实验时,注意观察 LED 的闪烁和按键状态的变化,并进行记录。

# 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录

(1) 原理图截图:

(2) C程序:

#### 2. 结果与分析

(1)使用数据记录表格或电子表格软件记录 LED 的闪烁频率、按键的 按下与释放状态等数据。

(2) 对数据进行分析,比较不同配置下 LED 的闪烁频率、按键的按下 与释放状态的变化。

(3)根据实验数据的分析结果,得出实验结论,并评估实验结果的优劣。

# 3. 实验结论

通过对实验数据的分析和评估,可以得出 LED 的闪烁频率与 GPIO 端口 的配置有关,按键的检测结果受到输入模式和上拉电阻的影响等。

# 实验二 USART 串口通信实验

一、实验目的

1. 理解 USART 串口通信的基本概念和原理;

2. 学习使用 Protues 和 Keil 软件进行 USART 串口通信的仿真实验;

3. 掌握 STM32F107 微处理器的 USART 串口的配置和操作方法;

4. 进行实验数据记录、实验结果分析,得出实验结论。

# 二、实验内容

在 Protues 和 Keil 软件中,使用 STM32F107 微处理器的 USART 串口模 块模拟实现两个设备之间的串口通信,并进行实验数据记录、实验结果分析, 最终得出实验结论。

#### 三、实验仪器

20. 计算机;

21. Protues 软件;

22. Keil 软件。

#### 四、实验基本原理

USART(通用同步/异步收发传输器)串口是一种常用的串行通信接口, 用于实现设备之间的数据传输。STM32F107 微处理器提供了 USART 串口模 块,并通过相应的寄存器进行配置和控制。Protues 软件提供了 STM32F107 微处理器的仿真环境,可以进行 USART 串口通信的模拟实验。Keil 软件用 于编写和烧录程序代码到 STM32F107 微处理器。

#### 五、实验方法与步骤

1. 打开 Protues 软件,并创建新的工程。

2. 在工程中添加两个 STM32F107 微处理器模块,分别作为两个通信设备。

3. 添加两个串口终端模块,用于模拟串口通信。

4. 连接两个 STM32F107 微处理器模块的 USART 串口模块与串口终端

模块。

5. 配置 STM32F107 微处理器的 USART 串口模块的参数,包括波特率、数据位、停止位、奇偶校验等。

6. 打开 Keil 软件,并创建一个新的工程。

7. 在 Keil 软件中编写 STM32F107 微处理器的程序代码,实现 USART 串口通信。

8. 编译程序代码,并将生成的可执行文件烧录到两个 STM32F107 微处 理器。

9. 在 Protues 软件中加载烧录好的程序代码。

10. 运行仿真实验,并观察串口终端模块中的通信数据。

11. 记录实验数据,包括通信数据的收发情况、错误校验情况等。

### 六、实验操作注意事项

1. 在操作 Protues 和 Keil 软件时,注意保存实验工程,以防数据丢失。

2. 连接线路时,确保正确连接,避免短路或接触不良。

3. 确保计算机上已正确安装 Protues 软件和 Keil 软件,并具备运行所需的系统配置。

4. 在编写 STM32F107 微处理器的程序代码时,可以使用 C 语言进行编程。

5. 在运行仿真实验时,注意观察串口终端模块中的通信数据,并进行 记录。

# 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录

(1) 原理图截图:

(2) C 程序:

#### 2. 结果与分析

(1)使用数据记录表格或电子表格软件记录通信数据的收发情况、错误校验情况等数据。

(2) 对数据进行分析,比较不同配置下的通信数据收发情况、错误校验情况等。

(3)根据实验数据的分析结果,得出实验结论,并评估实验结果的优劣。

#### 3. 实验结论

通过对实验数据的分析和评估,可以得出不同配置下的串口通信稳定性 和数据传输速率的差异等。

# 实验三 通用定时器实验

#### 一、实验目的

1. 理解通用定时器的基本概念和原理;

2. 学习使用 Protues 和 Keil 软件进行通用定时器的仿真实验;

3. 掌握 STM32F107 微处理器的通用定时器的配置和操作方法;

4. 进行实验数据记录、实验结果分析,得出实验结论。

# 二、实验内容

在 Protues 和 Keil 软件中,使用 STM32F107 微处理器的通用定时器模块 模拟实现定时功能,并进行实验数据记录、实验结果分析,最终得出实验结 论。

#### 三、实验仪器

23. 计算机;

24. Protues 软件;

25. Keil 软件。

#### 四、实验基本原理

通用定时器是嵌入式系统中常用的定时和计数功能模块,用于生成特定时间间隔的定时信号。STM32F107 微处理器提供了多个通用定时器模块,并通过相应的寄存器进行配置和控制。Protues 软件提供了 STM32F107 微处

理器的仿真环境,可以进行通用定时器的模拟实验。Keil 软件用于编写和烧录程序代码到 STM32F107 微处理器。

# 五、实验方法与步骤

1. 打开 Protues 软件,并创建新的工程。

2. 在工程中添加 STM32F107 微处理器模块。

3. 添加通用定时器模块,并连接到相应的引脚。

4. 配置 STM32F107 微处理器的通用定时器模块的参数,包括定时器的时钟源、预分频值、计数值和工作模式等。

5. 打开 Keil 软件,并创建一个新的工程。

6.在 Keil 软件中编写 STM32F107 微处理器的程序代码,实现定时功能。

7. 编译程序代码,并将生成的可执行文件烧录到 STM32F107 微处理器。

8. 在 Protues 软件中加载烧录好的程序代码。

9. 运行仿真实验,并观察定时器模块的输出信号。

10. 记录实验数据,包括定时器的定时间隔、输出信号的频率等。

# 六、实验操作注意事项

1. 在操作 Protues 和 Keil 软件时,注意保存实验工程,以防数据丢失。

2. 连接线路时,确保正确连接,避免短路或接触不良。

3. 确保计算机上已正确安装 Protues 软件和 Keil 软件,并具备运行所需的系统配置。

4. 在编写 STM32F107 微处理器的程序代码时,可以使用 C 语言进行编程。

5. 在运行仿真实验时,注意观察定时器模块的输出信号,并进行记录。

## 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录

(1) 原理图截图:

(2) C 程序:

#### 2. 结果与分析

(1)使用数据记录表格或电子表格软件记录定时器的定时间隔、输出 信号的频率等数据。

(2) 对数据进行分析,比较不同配置下的定时器的定时间隔和输出信 号的频率等。

(3)根据实验数据的分析结果,得出实验结论,并评估实验结果的优劣。

#### 3. 实验结论

通过对实验数据的分析和评估,可以得出不同配置下的定时器的精度和 稳定性等差异。

# 实验四 ADC 实验

# 一、实验目的

1. 理解模数转换器 (ADC) 的基本概念和工作原理;

2. 学习使用 Protues 和 Keil 软件进行 ADC 的仿真实验;

3. 掌握 STM32F107 微处理器的 ADC 模块的配置和操作方法;

4. 进行实验数据记录、实验结果分析,得出实验结论。

# 二、实验内容

在 Protues 和 Keil 软件中,使用 STM32F107 微处理器的 ADC 模块模拟 实现模拟信号的转换,并进行实验数据记录、实验结果分析,最终得出实验 结论。

#### 三、实验仪器

26. 计算机;

27. Protues 软件;

28. Keil 软件。

#### 四、实验基本原理

模数转换器(ADC)用于将模拟信号转换为数字信号,以便嵌入式系统进行数字信号处理。STM32F107 微处理器提供了 ADC 模块,并通过相应的寄存器进行配置和控制。Protues 软件提供了 STM32F107 微处理器的仿真环境,可以进行 ADC 的模拟实验。Keil 软件用于编写和烧录程序代码到 STM32F107 微处理器。

#### 五、实验方法与步骤

1. 打开 Protues 软件,并创建新的工程。

2. 在工程中添加 STM32F107 微处理器模块。

3. 添加 ADC 模块,并连接到相应的引脚。

4. 配置 STM32F107 微处理器的 ADC 模块的参数,包括采样时间、数据对齐方式、转换通道等。

1

5. 打开 Keil 软件,并创建一个新的工程。

6. 在 Keil 软件中编写 STM32F107 微处理器的程序代码,实现 ADC 的 配置和操作。

7. 编译程序代码,并将生成的可执行文件烧录到 STM32F107 微处理器。

8. 在 Protues 软件中加载烧录好的程序代码。

9. 运行仿真实验,并观察 ADC 模块的输出数据。

10. 记录实验数据,包括模拟信号的输入值和转换后的数字信号值等。

### 六、实验操作注意事项

6. 在操作 Protues 和 Keil 软件时,注意保存实验工程,以防数据丢失。

7. 连接线路时,确保正确连接,避免短路或接触不良。

8. 确保计算机上已正确安装 Protues 软件和 Keil 软件,并具备运行所需的系统配置。

9. 在编写 STM32F107 微处理器的程序代码时,可以使用 C 语言进行编程。

10. 在运行仿真实验时,注意观察 ADC 模块的输出数据,并进行记录。

#### 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录

(1) 原理图截图:

(2) C 程序:

#### 2. 结果与分析

(1)使用数据记录表格或电子表格软件记录模拟信号的输入值和 ADC 模块转换后的数字信号值等数据。

(2) 对数据进行分析,比较不同输入信号值下的 ADC 转换结果等。

(3)根据实验数据的分析结果,得出实验结论,并评估实验结果的准确性和精度。

#### 3. 实验结论

通过对实验数据的分析和评估,可以得出不同输入信号值下 ADC 的转换准

确性和精度等结论。

# 《机械工程材料》实验

- 实验一 金属材料的拉伸实验
- 实验二 金属材料的硬度实验
- 实验三 金属材料的金相观察实验
- 实验四 金属材料的热处理实验

# 实验一 金属材料的拉伸实验

一、实验目的

通过实验测定低碳钢的强度指标(屈服强度、抗拉强度) 和塑性指标(断后伸长率、截面收缩率);

 2.观察低碳钢在拉伸过程中的四个阶段(、弹性变形阶段、屈服阶段、 强化阶段、缩颈及断裂阶段);

 了解万能材料试验机的结构和工作原理,学会使用万能材料试验机 测定材料的强度指标和塑性指标;

4. 绘制低碳钢的应力-应变曲线图,加深对所学知识的理解与掌握。

#### 二、实验内容

1. 了解万能材料试验机的结构和工作原理,学习万能材料试验机的操 作步骤。

2. 测定 Q235 试样的强度指标和塑性指标,理解强度指标和塑性指标的 相关概念。

#### 三、实验仪器

29. 外能材料试验机(型号: WES--600B) 1台;
30. 外能材料试验机(型号: WES--300B) 1台;
31. 圆形试样 材料: Q235 钢;
32. 游标卡尺(量程 250mm; 精度: 0.02mm) 若干。

#### 四、实验基本原理

1. 金属拉伸实验是检验金属材料力学性能普遍采用的极为重要的方法之一,是用来检测金属材料的强度和塑性指标的。此种方法就是将具有一定尺寸和形状的金属光滑试样夹持在拉力实验机上,温度、应力状态和加载速率确定的条件下,对试样逐渐施加拉伸载荷,直至把试样拉断为止。 试样发生屈服或条件屈服时的载荷,以及试样所能承受的最大载荷除以试样的原始横截面积,用以求得该材料的屈服点 Re,屈服强度 Rr<sub>0.2</sub>和强度极限 Rm。用

试样断后的标距增长量及断处横截面积的缩减量,分别除以试样的原始标距 长度,及试样的原始横截面积,可求得该材料的延伸率 A 和断面收缩率 Z。

2. 试样

(1) 与试样有关术语的定义

1) 原始标距 (L<sub>0</sub>): 施力前的试样标距。

2) 断后标距(L<sub>u</sub>):试样断裂后的标距。

3) 平行长度(*L<sub>c</sub>*): 试样两头部或两夹持部分(不带头试样)之间平行部分的长度。

4) 试样总长度 $L_t$ : 取决于夹持方法, 原则上 $L_t > L_c + 4d_0$ 

5)伸长:试验期间任一时刻原始标距L<sub>0</sub>的增量。

6) 伸长率: 原始标距的伸长与原始标距 L<sub>0</sub>之比的百分率。

为了使试验结果具有可比性,按 GB/T 228.1-2010 规定加工成标准试件。

本实验采用标准圆形试样,其标准规格为:  $S_0 = \frac{\pi d_0^2}{4L_0} \pm k\sqrt{S_0} = 11.3\sqrt{\frac{\pi d^2}{4}} = 10d_0$ 试件的标准图样如图 1-1 所示:



图 1-1 圆形截面比例试样

3. 低碳钢(Q235钢)的拉伸

实验时取一标准试样(如图 1-2 所示),将载荷缓慢施加试样两端,使 之发生变形直至断裂,便可得到试样的相对伸长,即应变ε(试样原始标 距的伸长与原始标距之比的百率)随应力(试验期间任一时刻的力除以试 样原始横截面积之商)变化的系曲线,称为力一应变曲线(图 1-3)。应力 一应变曲线是计算材料力学性能指标的重要依据。从应力一应变曲线可以得出材料的弹性、强度、塑性等指标。



图 1-3 低碳钢的应力-应变曲线

(1)弹性阶段:在此阶段中其拉力F和伸长△L成正比关系,表明钢材的应力与延伸率 ε (或称应变)为线性关系,完全遵循胡克定律,此阶段称为线弹性阶段。

(2)屈服阶段:当应力超过弹性极限继续增加达到锯齿状曲线,这种现象表征试样在承受的拉力不继续增加或稍微减小的情况下却继续伸长达到塑性变形发生,这种现象称为试样材料的屈服,其相对应的应力称为屈服应力(或屈服强度)。该阶段对应的最高应力称为上屈服强度,在屈服阶段

不计初始瞬时效应时的最低应力称为下屈服强度。由于上屈服强度受试验速 率、试样变形速率和试样形式等因素的影响不够稳定,而下屈服强度则比较 稳定,故工程中一般要求准确测定下屈服强度作为材料的屈服强度。其计算 公式为。有些金属材料,如高碳钢、铸铁等,在拉伸试验中没有明显的屈服 现象,国家标准则规定,试样拉伸时产生 0.2%残余延伸率所对应的应力规定 为残余延伸强度,记为即所谓的"条件屈服强度"。

(3)强化阶段:当过了屈服阶段后,试样材料因发生明显塑性变形, 其内部晶体组织结构重新得到了排列调整,其抵抗变形的能力有所增强,随 着拉力的增加,伸长变形也随之增加,故拉伸曲线继续上凸升高,称为试样 材料的强化阶段。在该阶段中试样随着塑性变形量累积增大,促使材料的力 学性能也发生变化,即材料的塑性变形性能劣化,材料抵抗变形能力提高, 这种特征称为形变强化或冷作硬化。当拉力增加达到拉伸曲线顶点时,此时 拉力达到最大值,据此可求得材料抗拉强度,它也是衡量材料强度性能优劣 的又一重要指标。

(4)颈缩和断裂阶段:对于低碳钢类塑性材料来说,在承受拉力达以 前,试样发生的变形在各处基本上是均匀的。但在达到以后,则变形主要集 中于试样的某一局部区域,在该区域处横截面面积急剧缩小,这种特征就是 所谓颈缩现象。试验中试样一旦出 现"颈缩",此时拉力随即下降,直至试 样被拉断,则拉伸曲线由顶点急剧下降至断裂点,故称此阶段为颈缩和断裂 阶段。试样拉断后,弹性变形消失,而塑性变形则保留在拉断的试样上,其 断口形貌成杯锥状如图 1-4 所示。



图 1-4 低碳钢的试样断口

利用试样原始标距内的残余变形来计算材料的断后伸长率 A 和断面收 缩率 Z,其计算公式为:

断后伸长率:  $A = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100\%$ ; 断面收缩率:  $Z = \frac{S_u - S_0}{S_0} \times 100\%$ 。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验采用 Q235 的圆形横截面标准试样在万能材料试验机上完成强度 指标和塑性指标的测定。WES 型万能材料试验机操作系统采用液压系统, 计算机控制,操作安全、控制方便。根据已学力学性能指标的基本知识,选 用正确的参数设置,在万能材料试验机上实现低碳钢 Q235 的强度指标和塑 性指标的测定。

#### 2. 实验步骤:

(1) 试样准备:测量试样的原始数据,并在试样上标记;

(2) 试验机准备调整: 电源打开,油泵打开,送油阀打开,使工作活塞 升起,按"横梁"键上、下,调整好试样装夹位置。关闭送油阀,关闭油泵;

(3) 两位同学一组正确装夹工件;

(4) 按"菜单"键, 确定相应各参数;

(5) 油泵打开;

(6) 送油阀慢慢打开;

(7) 试样断裂后送油阀关闭,油泵关闭;

(8)打印;

(9) 取下试样;

(10) 回油阀缓缓打开,卸除载荷并使试验机活塞回落到原来位置,关闭回油。

#### 六、实验操作注意事项

1. 正确的装夹试件,确保试样装夹牢固。

2. 回油阀在试样加载时,必须将其关紧,不许有油漏回。

 3. 在试样断裂后,应先关闭送油阀,取下试样。然后慢慢打开回油阀, 卸除载荷并使试验机活塞回落到原来位置,使油回到油箱。

4. 送油阀手轮不要拧得过紧,回油阀手轮必须拧紧。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录

原始直径	原始长度	上屈服力	下屈服力	最大力	上屈服强度	下屈服强度	抗拉强度
$d_0/mm$	$L_0/\text{mm}$	$F_{eH}$ /kN	$F_{eL}/_{ m kN}$	$F_m/_{\rm kN}$	$R_{_{eH}}/_{\mathrm{MPa}}$	$R_{_{eL}}/_{ m MPa}$	$R_m/_{ m MPa}$

表 1-1 试样原始尺寸和实验数据记录

表 1-2 试样断后尺寸

材料	断后长度 $L_1/mm$	断后伸长	断后缩颈处最小直径 $d_1/mm$			
		$L_1 - L_0 / \text{mm}$	1	2	平均	
Q235						

# 表 1-3 实验数据处理结果

断后伸长率	断面收缩率	屈服强度	抗拉强度
А	Z	$R_{_{eL}}$ / MPa	$R_{_m}/_{ m MPa}$



图 1-5 低碳钢的应力一应变曲线图

2. 结果与分析

(1)什么是应力和应变?低碳钢的拉伸应力一应变曲线可分为哪几个变形阶段? 各变形阶段有何明显特征 ?

(2)由拉伸试验可以得出哪些力学性指标?在工程上这些指标是怎样定义的 ?

(3)用标准试样测得金属材料的力学性能能否直接代表该材料制成零件的力学性能?为什么?

(4) 选择下屈服强度为屈服强度有何作用?

3. 实验结论

强度是材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力,塑性是材料在外力作 用下产生永久变形的能力。

# 实验二 金属材料的硬度实验

一、实验目的

1. 掌握布氏硬度、洛氏硬度测定的基本原理和硬度值的表示方法。

2. 掌握布氏硬度、洛氏硬度测定的应用范围。

3. 掌握布氏硬度计、洛氏硬度计的主要结构及其操作方法。

# 二、实验内容

了解布氏硬度计、洛氏硬度计的主要结构和工作原理,学习布氏硬度计、洛氏硬度计的操作方法。

2. 完成 Q235 试样布氏硬度测定。

3. 完成 45 钢洛氏硬度测定。

# 三、实验仪器

1. HRS-150 型数显洛氏硬度计 3台;

2. HBS-3000L 触摸屏数显布氏硬度计 3台;

3. Q235 布氏硬度标准试样 若干;

4. 45 钢洛氏硬度标准试样 若干。

#### 四、实验基本原理

金属的硬度可以认为是金属材料表面在接触应力作用下抵抗塑性变形的一种能力,硬度测量能够给出金属材料软硬程度的数量概念。由于在金属表面以下不同深处材料所承受的应力和所发生的变形程度不同,因而硬度值可以综合反映压痕附近局部体积内金属的弹性、微量塑变抗力、塑变强化能力以及大量形变抗力。硬度值越高,表明金属抵抗塑性变形能力越高,材料产生塑性变形就越困难。另外,硬度与其它力学性能(如强度指标 Rm 塑性指标 A 和 Z)之间有一定的内在联系,所以从某种意义上说硬度的大小对于机械零件或工具的使用性能及寿命具有决定性意义。

1. 硬度的实验方法

硬度的实验方法很多,主要有以下三大类:

(1) 压入法

该方法测出的硬度值主要反映金属表面抵抗另一物体压入引起塑性变形的能力。压入法又可分为布氏硬度(HBW)、洛氏硬度(HR)、维氏硬度(HV)、努氏硬度(HK)、显微硬度。在机械工业中广泛采用的测定硬度的方法是压入法。

(2) 刻划法

该方法测出的硬度表征金属抵抗破裂的能力。

(3) 弹性回跳法

该方法是将规定形状的金刚石冲头从固定的高度 h<sub>0</sub>落在试样表面上,冲 头被弹起一定高度 h<sub>0</sub>金属越硬,回跳高度 h 数值越大,因而规定用(h/h<sub>0</sub>) K=HS。称为肖氏硬度,主要用于大型工件及表面曲面的曲率半径>32mm 的工 件。

2. 洛氏硬度试验原理

用金刚石圆锥体压头或一定直径的钢球压头,在初始试验力F<sub>0</sub>和主试验 力F<sub>1</sub>先后作用下压入试件表面,在总试验力F(F<sub>0</sub>+F<sub>1</sub>)的作用并保持一定时 间后,卸除主试验力F<sub>1</sub>,保持初试验力F<sub>0</sub>时的残余压痕深度。洛氏硬度的大 小是按压痕深度来测量的,可以由洛氏硬度计上的刻度盘指示出来,不需计 算。每压入 0.002mm 为一个洛氏硬度单位。此种实验特点是硬度测试速度快, 留下压痕小,被广泛用于检验试件的硬度。

洛氏硬度试验原理图如图 2-1 所示。为了避免压头与试样接触不良而影 响 测量压痕印深度的准确性,洛氏法规定一律先加 98.07N 初始试验力 F<sub>0</sub>。



图 2-1 洛氏硬度试验原理图

1-在初始试验力F<sub>0</sub>下的压入深度;

2-在总试验力 F<sub>0</sub>+F<sub>1</sub>下的压入深度;

3-去除主试验力F<sub>1</sub>后的弹性回复深度;

- 4-残余压入深度h;
- 5-试样表面;
- 6-测量基准面;
- 7-压头位置。

洛氏硬度试验压头有两种:一种是顶角 120°的金刚石圆锥,另一种是 直径为 1.5875mm 的淬火钢球或 3.175mm 的淬火钢球。根据金属材料软硬程 度不一,可选用不同的压头和载荷配合使用。洛氏硬度用符号 HR 表示, 根据压头类型和主载荷不同,分为 15 个标尺,最常用的标尺为 A、B、C, 如表 2-1 所示。

洛氏硬	硬度	日子子	初始试验	主试验力	总试验力	洛氏硬度范
度标尺	符号	压头尖型	力 P <sub>0</sub> (N)	$P_1$ (N)	$P(P_0+P_1)(N)$	围
А	HRA	金刚石圆锥	98.07	490.3	588.4	$20{\sim}88$ HRA
В	HRB	1.587mm 钢球	98.07	882.6	980.7	20~100 HRB
С	HRC	金刚石圆锥	98.07	1373	1471	$20{\sim}70$ HRC

表 2-1 洛氏硬度的试验范围

洛氏硬度试验操作简便迅速,测量硬度值范围大,压痕小,可直接测量 成品 或较薄工件的硬度。但由于压痕较小,对内部组织和硬度不均匀的材 料,测定结 果不够准确,故需在不同位置测试三点以上的硬度值取其算术 平均值。 洛氏硬度无单位, 各标尺之间没有直接的对应关系。

(1) 洛氏硬度测定的要求

1) 根据被测定金属材料硬度高低,按表 2-1 选定压头和载荷。

2) 试样在制备过程中,应尽量避免由于受热、冷加工等对试样表面硬度的影响。

3) 试样的试验面尽可能是平面,不应有氧化皮及其他污物。

4) 试样或试验层厚度应不小于 e 的十倍。试验后,试样背面不得有肉 眼可见变形痕迹。

5)试样的试验面、支承面、试验台表面和压头表面应清洁。试样应稳 固地放置在试验台上,以保证在试验过程中不产生位移及变形。

6)在任何情况下,不允许压头与试验台及支座触碰。试验支承面、支
 座、和试验台工作面上均不得有压痕。

7) 试验时,必须保证试验力方向与试样的试验面垂直。

8) 在试验过程中,试验装置不应受到冲击和振动。

9)施加初始试验力时,指针或指示线不得超过硬度计规定范围,否则 应卸除初始试验力,在试样另一位置试验。

10)达到要求的保持时间后,在 2s 内平稳地卸除主试验力,保持初始 试验力,从相应的标尺刻度上读出硬度值。 11)两相邻压痕中心间距离至少应为压痕直径的4倍,但不得小于2mm。 任一压痕中心距试样边缘距离至少应为压痕直径的2.5倍,但不得小于1mm。

12) 在每个试样上的试验点数应不少于四点(第一点不记)。对大批量 试样的检验,点数可适当减少。

(2) 表示方法

1) 洛氏硬度用符号 HR 表示。HR 前面为硬度值,后面为使用的标尺。例如: 50HRC 表示用 C 标尺测定的洛氏硬度值为 50。

2) 试验报告中给出的洛氏硬度值应精确至 0.5 个洛氏硬度单位。

(3) 洛氏硬度试验机的结构

 1)机体与工作台:试验机有坚固的铸铁机体,在机体前面安装有不同 形状的工作台,通过手轮的转动,借助螺杆的上下移动,而使工作台上升或 下降。

2)加载机构:有加载杠杆(横杆)及挂重杆(纵杆)等组成,通过杠杆系统将载荷转至压头而压入试样。借扇形齿轮的转动可完成加载和卸载任务。

3) 千分表指示盘, 通过指示盘指示各种不同的硬度值。

3. 布氏硬度实验原理

布氏硬度的测定原理是用一定大小的试验力 F(N) 把直径为 D(mm)的淬 火钢球或硬质合金球压入被测金属的表面,保持规定时间后卸除试验力,用 读数显微镜测出压痕平均直径 d(mm),然后按公式求出布氏硬度 HB 值,或者 根据 d 从已备好的布氏硬度表中查出 HB 值。 测量范围为 8-650HBW。

$$HBW = 0.102 \times \frac{F}{S} = 0.102 \times \frac{F}{\pi Dh}$$
$$= 0.102 \times \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

D一钢球直径/mm;

d一压痕直径/mm;

F一加在钢球上的实验力/N;

h一压痕深度/mm;

F


#### 图 2-2 布氏硬度实验原理图

由于金属材料有硬有软,被测工件有厚有薄,有大有小,如果只采用一种标准的试验力F和压头直径D,就会出现对某些工件和材料的不适应的现象。因此,在生产中进行布氏硬度试验时,要求能使用不同大小的试验力和压头直径,对于同一种材料采用不同的F和D进行试验时,能否得到同一的布氏硬度值,关键在于压痕几何形状的相似,即可建立F和D的某种选配关系,以保证布氏硬度的不变性,如表 2-2 所示。一般来说,布氏硬度值越小,材料越软,其压痕直径越大;反之,布氏硬度值越大,材料越硬,其压痕直径越小。布氏硬度测量的优点是具有较高的测量精度,压痕面积大,能在较大范围内反映材料的平均硬度,测得的硬度值也较准确,数据重复性强。

布氏硬度试验压痕面积较大,受测量不均匀度影响较小,故测量误差小、 数据稳定,适合于测量组织粗大且不均匀的金属材料的硬度(如铸铁、轴 承合金等),是其他硬度试验方法所不能代替的。但布氏硬度试验较费时, 压痕较大,不宜用于测太薄件或成品,也不能用来测太硬的材料。最常用的 淬火钢球压头适于测定退火钢、正火钢、调质钢、铸铁及有色金属的硬度。 在工程实践中,对于不同材料的布氏硬度与抗拉强度之间存在以下一些经 验公式:

低碳钢 :  $R_m \approx 3.53 HBS$ 高碳钢 :  $R_m \approx 3.33 HBS$ 合金调质钢:  $R_m \approx 3.19 HBS$ 灰铸铁 :  $R_m \approx 0.98 HBS$ 退火铝合金 :  $R_m \approx 4.70 HBS$ 

金属 种类	布氏硬度值 范围 HBW	试样厚度 (mm)	$0.102 \frac{F}{D^2}$	测头直径 (mm)	实验载荷 F(KN)	保持时 间(s)
	140~450	3~6	30	10.0	29.42	
		2~4		5.0	7.355	
黑色金属		< 2		2.5	1.839	10~15
	< 140	> 6		10.0	9.807	
		3~6	10	5.0	2.542	

表 2-1 布氏硬度实验条件选取表

## 五、实验方法与步骤

1. 实验方法:

本实验根据已学相应硬度测定方法的基本原理和实验条件,设置正确的参数,采用 Q235 和 45 钢材料的圆柱形标准试样在 HRS-150 型数显 洛氏硬度计和 HBS-3000L 触摸屏数显布氏硬度计上完成洛氏硬度和布氏硬度的测定。HRS-150 型数显洛氏硬度计和 HBS-3000L 触摸屏数显布氏硬度计,操作简单、读数方便。

2. 实验步骤:

1. 洛氏硬度计

(1)将丝杠顶面及工作台的上下端面擦干净,将工作台置于丝杠安装 孔中。应根据工件的大小选用适当的工作台,将试样擦拭干净放到工作台上。

(2) 选择好标尺或者试验力。

(3)转动手轮,使工作台上升,工作台上放置工件,工件向上慢慢地 接近压头直至接触压头,模拟条出现蓝色模拟条并覆盖白色模拟条,随着工 作台的上升,模拟条蓝色的部分慢慢地右移,达到橙色的区域,这时,程序 自动启动,加卸荷电机转动,实现施加试验力、保持试验力、卸除试验力的 试验过程,并将测试的硬度值显示在操作界面的上方,一个试验过程结束, 触摸屏上压头动态显示加荷保荷卸荷的整个过程。

(4)将手轮逆时针转动,卸除残余的初试验力,移动工件,可进行第二个点的测试。或取下工件,完成硬度测试。

1

注意:如果在加卸荷过程中突然断电,再次上电后电机可自动复位,此 时手动卸除初负荷后必须按一下"停止"键,让计数器复位,否则无法进行 下次测量!

2. 布氏硬度计

- (1) 打开电源开关。
- (2) 自检完成后进入操作界面,根据测试要求对相应参数进行修改。
- (3)测试标尺选择。
- (4) 压头安装。
- (5) 测试前准备。
- (6) 测试

操作方法:将硬度块或试件放在试台上,查看操作主界面上"起始力" 是否为00,如果不为00,这时按"力值归零"使"起始力"归为00,然后 转动旋轮,使升降螺杆和放在试台上的硬度块或试件一起上升,当压头碰到 硬度块或试件时应缓慢上升试台,这时查看显示屏上"起始力"的数字变化, 当起始力到达规定力值时如 BW10/1000 到 90 左右时,仪器会发出"嘟"的 叫声,此时仪器会自动打开加力,当听到提示音后应停止上升试台。显示屏 上出现加力显示,试验力到达 1000kgf,保荷时间开始并倒计时从 10~0 秒, 然后卸除试验力,当试验力卸除后仪器又会发出"请旋下工作台"转动旋轮 退回升降螺杆,卸掉起始力。旋下工作台后会发出滴的叫声表示加力结束。

注意:当选用试验力为 62.5~250kgf 时,手动加力"起始力"约 35kgf, 仪器发出"嘟"响声,则自动加试验力;若超出 35kgf 时为听到提示音,请 退下试台,改换测点位置重测。如果用手加力实在太大,仪器会出错,请立 即关机,退回试台;当选用试验力为 500~3000kgf 时,手动加力"起始力" 约 90kg。

注意: 电机在工作状态时切不可去移动试件或转动压头,必须等待这次 加卸荷结束后方可去移动,否则会损坏仪器。如有意外情况请立即关机,测 量工件时要确保工件光洁度,工件可平稳的放于试台上,不可倾斜。

(7)读数

操作方法:

1) 退下试台约 5mm,将放(反)光镜(环形灯)转到前方,在测微目镜

的视场内可看到压痕,根据自己的视力,上下调节试台将其调到最清楚。如 果目镜内的两根刻线较模糊时,可调节眼罩使之最清晰,这以每个人的视力 所定。

2)转动右鼓轮,移动目镜中的刻线,使两刻线逐步靠找,当刻线内侧 无限接近时(刻线内侧之间处于无光隙的临界状态),按"清零键",这时主 屏幕上的 dl、d2 数值为零,即为术语中的零位。这时就可在测微目镜中测量 压痕对角线长度。

转动右边鼓轮使刻线分开,然后移动左鼓轮,使左边的刻线移动,当左 边刻线的内侧与压痕的左边外形交点相切时,再移动右边刻线,使内侧与压 痕外形交点相切,测量好后按下目镜上测量按钮,对角线长度 d1 的测量完 成。转动目镜 90°,以上述的方法测量对角线长度 d2,按下测量按钮,这时 屏幕显示本次测量的示值,如果认为测量有误差,可重复上述程序再次测量。

# 六、实验操作注意事项

1.洛氏硬度测量

(1)被测金属表面必须平整、光洁,无油污、氧化皮裂纹及凹坑或显 著的加工痕迹,载物台及压头表面清洁。

(2) 试样厚度应不低于压入深度的 10 倍。

(3)两相邻压痕及压痕距试样边缘的距离均不应小于 3mm。

(4)加初负荷,时应谨防试样与金刚石压头突然碰撞,以免将金刚石 压头碰坏。

2. 布氏硬度

(1)试样表面必须平整光洁、无油污、氧化皮,并平稳的安放在布氏 硬度计试验台上。

(2) 测量压痕直径时,从两个相互垂直的方向测量。

# 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录

#### 表 2-1 布氏硬度实验条件

硬度符号	压头球直径 D(mm)	0.102F/D <sup>2</sup>	试验力 N(Kg)

HBW 10 30	29420(3000)
-----------	-------------

表 2-2 布氏硬度实验数据

压痕直径 d1(mm)	压痕直径 d2(mm)	平均直径 d(mm)	HBW

表 2-3 洛氏硬度实验条件

洛氏硬	硬亩炊旦	口 3 米刊	开始试验	主试验力	总试验力	洛氏硬度
度标尺	硬度符亏	压头 尖望	力 F <sub>0</sub> (N)	F1(N)	F(N)	范围
C	HRC	120°金刚	08	1373	1471	20-70HRC
С		石圆锥体	98			

表 2-4 洛氏硬度实验数值

HRC/1 次	HRC/2 次	HRC/3 次	HRC/4 次	HRC/5 次	HRC/平均

### 2. 结果与分析

(1) 洛氏硬度和布氏硬度试验方法的应用范围有何不同? 为什么?

(2)洛氏硬度不同标尺测定的材料硬度值,可否直接比较材料的硬度? 为什么?

(3)分析实验所测硬度值是否合理,如果存在不合理值,是分析其可能 原因。

# 3. 实验结论

硬度是材料在外力作用下抵抗局部塑性变形和划痕的能力。

# 实验三 金属材料的金相观察实验

# 一、实验目的

1. 了解金相显微镜的基本构造与使用方法。

2. 通过观察和分析,熟悉铁碳合金在平衡状态下的显微组织。

 了解铁碳合金中的相及组织组成物的本质、形态及分布特征。加深 对铁碳合金的成分、组织和性能之间关系的理解。

# 二、实验内容

了解金相显微镜的基本构造和工作原理,学习金相显微镜的使用方法。

2. 观察和分析铁碳合金在平衡状态下的典型显微组织。

## 三、实验仪器

1. 4XB 型金相显微镜 若干台;

2. 金相样品一套。

### 四、实验基本原理

#### 1. 金相显微镜的构造

光学显微镜的种类和型式很多,最常见的有台式、立式和卧式三大类。 光学显微镜通常由光学系统、照明系统和机械系统三大部分组成,有的显微 镜还附有摄影装置。现以 LDW200—4XB 型台式光学显微镜(图 3-1)为例 加以说明。 由灯泡发出一束光线,经过聚光镜组(1)及反光镜的反射将光线聚集 在孔径光栏上,然后经过聚光镜组(2),将光线会聚在物镜后焦面上。最后 光线通过物镜,用平行光照明样品,使其表面得到充分均匀的照明。从物体 表面散射出来的成像光线,复经物镜、辅助物镜片(1)、半透反光镜、辅助 物镜片(2)、棱镜与双目棱镜组,造成一个物体的放大实像。目镜将此像再 次放大。显微镜里观察到的就是通过物镜和目镜两次放大所得图像。

LDW200—4XB型光学显微镜的外形结构如图 3-2 所示。现分别介绍各部件的功能与作用。



图 3-1 LDW200—4XB 型金相显微镜光学系统 照明系统:在底座内装有一低压卤钨灯泡,由变压器提供 6 伏的使用电

压,灯泡前有聚光镜,孔径光栏及反光镜等安装在底座上,视场光栏及另一 聚光镜安装在支架上。通过一系列透镜作用及配合组成了照明系统,使试样 表面获得充分、均匀的照明。

载物台(样品台): 位于显微镜的最上部,用于放置金相样品,纵向手 轮和横向手轮可使载物台在水平面上作一定范围内的十字定向移动。

**孔径光栏和视场光栏:**通过这两个孔径可变的光栏的调节,可以调节最后映像的质量。调整孔径光栏能够控制入射光束的粗细,以保证物像达到清晰的程度。视场光栏的作用是控制视场范围,使目镜中视场明亮而无阴影。

物镜转换器:呈球面形,上面有三个螺钉,可安装不同放大倍数的物镜, 旋动转换器可使物镜镜头进入光路,并与不同的目镜搭配使用,可获得各种 放大倍数。

**目镜筒:** 目镜筒呈 45°倾斜安装在附有棱镜的半球形座上,还可将目镜转向 90°呈水平状态配合照相装置进行金相射影。



1—载物台	2—双目镜	3—调节螺钉
4—视场光栏圈	5—孔径光栏圈	6—底座
7—物镜	8—纵动手轮	9—横动手轮
10—粗调焦手轮	11—微调焦手轮	12—偏心螺钉

#### 图 3-2 LDW200-4XB 型金相显微镜的结构

表 3-1 列出 LDW200-4XB 型光学显微镜物镜和目镜不同情况下放大倍数。

<u>目镜</u> 放大倍数 物镜	10×	40×	100×
10×	100×	400×	1000×
12.5×	125×	500×	1250×

表 3-1 LDW200-4XB 型光学显微镜的放大倍数

2. 铁碳合金的平衡组织

铁碳合金的平衡组织是指铁碳合金在极为缓慢的冷却条件下(比如退火状态)所得到的组织。可以根据 Fe—Fe3C 相图来分析其在平衡状态下的显微组织。

铁碳合金主要包括碳钢和白口铸铁,其室温组成相由铁素体和渗碳体这 两个基本相所组成。由于含碳量不同,铁素体和渗碳体的相对数量、析出条 件及分布状况均有所不同,因而呈现不同的组织形态。

不同成分的铁碳合金在室温下的显微组织见表 3-2。

		-		-
	类 型	含碳量(%)	显微组织	浸蚀剂
	工业纯铁	<0.02	铁素体	4%硝酸酒精溶液
	亚共析钢	0.02~0.77	铁素体(F) 珠光体(P)	4%硝酸酒精溶液
碳	共析钢	0.77	珠光体(P)	4%硝酸酒精溶液
钢	过共析钢	0.77~2.11		苦味酸钠溶液,渗
			二次渗碳体(Fe <sub>3</sub> C <sub>II</sub> )	碳体变黑或呈棕红
				色
白			珠光体(P)	
	亚共晶白口铁	2.11~4.3	二次渗碳体(Fe <sub>3</sub> C <sub>II</sub> )	4%硝酸酒精溶液
铸			莱氏体(Ld)	
铁	共晶白口铁	4.3	莱氏体(Ld)	4%硝酸酒精溶液

表 3-2 各种铁碳合金在室温下的显微组织

	过共晶白口铁	4.3~6.69	莱氏体(Ld) 一次渗碳体(Fe <sub>3</sub> C <sub>1</sub> )	4%硝酸酒精溶液
--	--------	----------	---	----------

铁碳合金在在平衡态下具有下面四种基本组织:

**铁素体 (F):** 铁素体是碳溶解于 α -Fe 中的间隙固溶体。工业纯铁用 4% 硝酸酒精溶液浸蚀后,在显微镜下呈现明亮的等轴晶粒; 亚共析钢中铁素体 呈白色块状分布; 当含碳量接近共析成分时,铁素体则呈现断续的网状分布 于珠光体周围。

**渗碳体(Fe<sub>3</sub>C):** 渗碳体是铁与碳形成的金属间化合物,其含碳量为 6.69%, 质硬而脆,耐蚀性强,经 4%硝酸酒精浸蚀后,渗碳体任呈亮白色,而铁素体 浸蚀后呈灰白色,由此可区别铁素体和渗碳体。渗碳体可以呈现不同的形态: 一次渗碳体直接由液体中结晶出,呈粗大的片状;二次渗碳体由奥氏体中析 出,常呈网状分布于奥氏体的晶面;三次渗碳体由铁素体中析出,呈不连续 片状分布于铁素体晶界处,数量极微,可忽略不计。

**珠光体(P):** 珠光体是铁素体和渗碳体呈层片状交替排列的机械混合物。 经 4%硝酸酒精浸蚀后,在不同放大倍数的显微镜下可以看到具有不同特征 的珠光体组织。当放大倍数较低时,珠光体中的渗碳体看到的只是一条黑线, 甚至珠光体片层因不能分辨而呈黑色。

**莱氏体(Ld'):**莱氏体在室温时是珠光体和渗碳体所组成的机械混合物。 其组织特征是在亮白色渗碳体基底上相间地分布着暗黑色斑点及细条状珠 光体。

根据含碳量及组织特点的不同,铁碳合金可分为工业纯铁、钢和铸铁三 大类。其中钢又可分为亚共析钢、共析钢和过共析钢三种,亚共析钢随着含 碳量的增加,铁素体的数量逐渐减少而珠光体的数量则相应的增加;铸铁又 可分为亚共晶白口铁、共晶白口铁和过共晶白口铁三种。各类铁碳合金的平 衡组织如图 3-3 至图 3-8 所示。









图 3-7 T8钢(400X)

五、实验方法与步骤

1. 实验方法:

本实验采用 LDW200-4XB 型金相显微镜,物镜 10×,目镜 40×,观 察典型铁碳合金及常见典型金属材料的金相显微组织。

#### 2. 实验步骤:

(1) 实验前应复习课本中有关内容,认真阅读实验指导书。

(2)每一小组同学领取一块试件样品,明确试样材料的成分、先处理条件及浸蚀剂等,将样品放在金相显微镜的载物台上,选好显微镜的放大倍数(400X),正确调节显微镜,对试样的金相组织进行仔细观察。

(3)分析试样的组织特征。注意金相组织中每个相组成物和组织组成物,如铁素体、渗碳体、珠光体等的形态、数量、大小及分布特征,并联系铁碳相图分析其结晶过程及组织。

(4)小组之间进行场地交换(其他小组已经调整好的显微镜不要再动), 观察下列试样的金相组织。

1) 工业纯铁

2) 亚共析纲 20 钢、45 钢、60 钢

图 3-4 20 钢 (400 X)



图 3-6 60 钢 (400 X)



图 3-8 T12钢(400X)

3) 过共析钢 T8、T12 钢

### 五、实验操作注意事项

使用金相显微镜时,应注意以下事项:

1. 不能用手去触摸镜头,操作时必须特别细心。

2. 在更换物镜或调焦时,要防止物镜受碰撞损坏。

在旋转粗调或微调手轮时,动作要缓慢。当碰到某种障碍物时应立
 即停

下来,并进行检查,不得用力强行转动,否则将会顺滑机件。

# 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录

画出金相组织示意图。

(1) 画出每个试样中典型区域的显微组织示意图,注意不要把杂质、 划痕等画在图上。

(2)金相组织示意图画在直径 30~50 的圆内,并在图的左边注明:材料名称、热处理状态、放大倍数、腐蚀剂、金相组织等,并将组织组成物用细线引出标明如图 3-9。

(3) 先在草纸上按要求画出,再画在正式报告上。



图 3-9 金相组织示意图画法

#### 2. 结果与分析

(1)通过观察不同成分铁碳合金金相组织的变化,试分析 45 钢、T8 钢、T12 钢在极缓慢的冷却条件下的组织转变过程。

(2) 根据 Fe-Fe3C 相图解释下列现象:

1) 在进行热轧和锻造时,通常将钢材加热到 1000~1200℃。

2) 钢铆钉一般用低碳钢制作。

3) 绑扎物件一般用铁丝(镀锌低碳钢丝),而起重机吊重物时却用钢丝绳(60钢、65钢、 70钢等制成)。

4) 在室温下 Wc =0.9%的碳钢比 Wc=1.2%的碳钢强度高。

5) 钳工锯割 T8 钢、T10 钢等钢料比锯割 10 钢、20 钢费力, 锯条易磨 钝。

### 3. 实验结论

根据实验得出铁碳合金的成分对铁碳合金的组织和性能的影响的正确结 论。

# 实验五 金属材料的热处理实验

# 一、实验目的

- 1. 掌握碳钢热处理的基本操作。
- 2. 研究加热条件、保温时间、冷却条件与钢性能的关系。
- 3. 分析淬火及对钢性能的影响。了解电路控制液压回路工作原理。

# 二、实验内容

1. 测量试样直径尺寸。

- 2. 试样加热到合适的温度,保温合适的时间。
- 3. 试样采用不同的冷却方式冷却至室温。
- 4. 试样打磨后测定硬度值。

# 三、实验仪器

1. 实验材料: 45、T12 钢试样 若干;

2. 实验设备

1) 一体式马弗炉(型号: 4-10-TP, 温控范围: RT+50-1000℃) 1台;
 2)HRS-150 型数显洛氏硬度计 3台。

# 四、实验基本原理

钢的热处理就是利用钢在固态范围内的加热、保温和冷却,以改变其内 部组织,从而获得所需要的物理、化学、机械和工艺性能的一种操作。一般 热处理的基本操作有退火、正火、淬火、回火等。

进行热处理时,加热温度、保温时间和冷却方式是最重要的三个基本工 艺因素。正确选择这三者的规范,是热处理成功的基本保证。

1. 加热温度的选择

(1) 淬火加热温度

一般亚共析钢加热至 Ac3+(30-50)℃,共析钢和过共析钢加热至 Ac1+(30-50)℃,见图 4-1。



(2) 正火加热温度

一般亚共析钢加热至 Ac3+(30-50)℃,共析钢和过共析钢加热至 Accm+(30-50)℃。

钢的成分,原始组织及加热速度等皆影响到临界点的位置。在各种热处 理手册或材料手册中,都可以查到各种钢的热处理温度。热处理时不能任意 提高加热温度,因为加热温度过高时,晶粒容易长大,氧化、脱碳和变形等 都会变得比较严重。各种常用钢的工艺规范见表 4.1。

临界点℃		°C	退り	k	正り	k	Ŷ	啐火	
钢亏	A	А	Δ	加热温	冷却	加热温	冷却方	加热温	冷却方式
			<sup>1</sup> ccm	度℃	方式	度℃	式	度℃	
	c1	<i>c</i> 3							
35	724	802		850-880	炉冷	850-890	空冷	850-890	水或盐水
45	724	780		820-840	炉冷	830-880	空冷	820-850	水或盐水
T7-T12				750-770	炉冷		空冷	780-800	水或油
T8A	730	730		740-760	炉冷	760-780	空冷	750 - 780	水、硝盐、
									碱浴
T10A	730	800	800	750-770	炉冷	800-850	空冷	760-790	水、硝盐、
									碱浴
T12A	730	820	820	750-770	炉冷	850-870	空冷	760-790	水、硝盐、
									碱浴

4.1 常用钢的工艺规范

2. 保温时间的确定

为了使工件内外各部分温度约达到指定温度,并完成组织转变,使碳化 物溶解和奥氏体成分均匀化,必须在淬火加热温度下保温一定的时间。通常 将工件升温和保温所需时间算在一起,统称为加热时间。

热处理加热时间必须考虑许多因素,例如工件的尺寸和形状,使用的加 热设备及装炉量,装炉时炉子温度、钢的成分和原始组织,热处理的要求和 目的等等。

淬火加热保温时间按下列经验公式估算:

$$t = \alpha \cdot K \cdot H$$

式中: *t*—保温时间(min);

*α*—加热系数(min/mm) (见表 4.2);

K—工件装炉方式修正系数 (一般 K=1~1.5);

H—工件有效厚度(mm)(尺寸最小部位)。

加热温度		<600°C	>750°C~900°C	800°C~900°C	1100°C~1300°C
	及炉型	箱式炉	盐浴加热	箱式或井	高温盐浴
材	料	预热	或预热	式炉加热	炉加热
礎柯	直径<500mm		0.3~0.4	1.0~1.2	
恢钠	直径>500mm		0.4~0.45	1.2~1.5	
一一一个一个	直径<50mm		0.45~0.5	1.2~1.5	
百玉羽	直径>50mm		0.5~0.55	1.5~1.8	
ř	高合金钢	1~1.5	0.35~0.5		0.17~0.25
高速钢			0.3~0.5		0.14~0.25

表 4.2 加热系数α (min/mm)

3. 冷却方法

热处理时的冷却方式要适当,才能获得所要求的组织和性能。

淬火冷却方法非常重要,一方面冷却速度要大于临界冷却速度,以保证 全部得到马氏体组织;另一方面冷却应尽量缓慢,以减少内应力,避免变形 和开裂。为了解决上述矛盾,可以采用不同的冷却介质和方法,使淬火工件 在奥氏体最不稳定的温度范围内(650-550℃)快冷,超过临界冷却速度,而 在 Ms(300-100℃)点以下温度时冷却较慢,理想的冷却速度如图 4-2 所示。 常用淬火方法有单液淬火、双液淬火(先水冷后油冷)、分级淬火、等温淬 火,如图 4-3 所示。表 4.3 中列出了几种常用淬火介质的冷却能力。



图 4-3 各种淬火方法冷却曲线示意图

	冷却速度℃/s			冷却速度℃/s	
冷却介质	650—550°C	300—200°С	冷却介质	650-550°С	300-200°C⊠
	区间	区间		区间	间
水(18℃)	600	270	10%NaCl 水溶	1100	300
			液		
水(26°C)	500	270	10%NaOH 水	1200	300

			溶液		
水(50°C)	100	270	10%Na2CO3 水	800	270
			溶液		
水(74°C)	30	200	10%Na2SO4 水	750	300
			溶液		
肥皂水	30	200	矿物油	150	30
10%油水乳	70	200	变压器油	120	25
化液					

# 五、实验方法与步骤

1. 实验方法:

基于实验目的及实验时间限制,本实验只对 45 钢试样做正火和淬火热 处理。

#### 2. 实验步骤:

利用一体式马弗炉对 45 钢样品进行热处理(淬火和正火),然后利用洛 式硬度计测其硬度。

(1) 淬火和正火

1)加热温度 根据本实验热处理的目的和图 4.1、表 4.1,本实验选择 淬火加热温度为 840°C.

2)保温时间 计算得加热时间为 16min。

3)冷却方式 水冷、空冷。

(2) 试样硬度测定

将样品放在洛式硬度计的载物台上,采用洛式硬度 C 标尺测量样品硬度 (硬度计压头为金刚石,量程 20~70HRC,加载载荷为 150kg)。在试样上 不同位置取四个点,第一个点不计入数据,后三个点计入数据,若三个点硬 度值相差不大说明组织较为均匀,最后对三个测量值求平均值。

# 六、实验操作注意事项

1. 测量试样直径,确定保温时间;

2. 45 钢测定硬度值,为了方便比较,一律用洛氏硬度测定;

 3. 二块 45 钢加热到 840℃分别采用水冷和空冷方式进行冷却,然后测 洛氏硬度值。

# 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录:

表 4-1 45 钢淬火处理(水冷)

钢号	加热温度	保温时间	淬火方式	处理前硬度	淬火后硬度	淬火组织
45 钢	840°C	16min				

表 4-2 45 钢正火处理(空冷)

钢号	加热温度	保温时间	正火方式	处理前硬度	正火后硬度	正火组织
45 钢	840°C	16min				

#### 2. 结果与分析

(1) 45 钢淬火和正火后其金相组织有哪些?

(2) 通过实验数据分析冷却速度对金相组织、对材料性能有何影响?

(3) 试分析 T12 制作的锉刀应该如何热处理才能满足其性能要求?

### 3. 实验结论

通过本实验,分析热处理的冷却速度对材料性能的影响,可得出什么结论?

# 《Linux 操作系统》实验

- 实验一 Linux 常用命令
- 实验二 Linux 文件和权限
- 实验三 Linux 文件和权限 2
- 实验四 Linux 常用命令 2
- 实验五 Linux shell 程序设计
- 实验六 Linux shell 程序设计 2
- 实验七 Linux shell 程序设计 3
- 实验八 Linux 网络环境配置

# 实验一 Linux 常用命令

# 一、实验目的

1. 熟悉 Linux 操作系统图形化界面的开关机、注销、重启等;

2. 熟悉 Linux 常用命令。

# 二、实验内容

1. 熟悉在图形化界面操作开关机、注销、重启等(要截图),截图使用自带的截图工具。

2. 打开终端。

3. 进入 Documents 目录, 创建一个自己名字的文件夹。

4. 进入 3 中你创建的文件夹内,创建一个以你的姓命名的.txt 文件,并复制其到 Public 目录。最后列出 Documents 目录下的所有文件。

5. 创建一个用户, 名字随意, 然后切换用户。

6. 修改 5 中创建的用户密码,在终端中显示出来。

- 7. 切换到 root 账户。
- 8. 退出 root 账户。

9. 查看6中创建的用户信息。

# 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机, Ubuntu20.04。

# **四、**实验基本原理

以下是本节课所使用的 Linux 常用命令的实验原理:

1. cd 命令: 通过改变当前工作目录, 实现在文件系统中的导航。

- 2. 创建文件命令 (如 touch): 在指定位置创建一个新的文件。
- 3. 用户相关命令:

useradd: 添加新用户,涉及到系统用户管理机制。

passwd: 设置用户密码,确保用户的安全性。

# 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验通过实际操作命令,观察系统的反馈和结果,理解命令的功能和 效果。比较不同命令的用法和输出差异,深入理解它们的特点和适用场景。 按照命令的语法和参数要求,逐步尝试不同的组合和选项,探索更多的功能 和应用。另外模拟实际工作中的需求,运用相关命令解决具体问题。

#### 2. 实验步骤:

(1) 打开终端。

- (2) cd 命令的使用, 输入 cd /path/to/directory 切换到指定目录。
- (3) 创建文件
- (4) 使用 touch filename 创建一个新文件。

- (5) 使用 useradd newuser 添加新用户。
- (6) 使用 passwd newuser 为新用户设置密码。
- (7) 使用 su newuser 切换到新用户。

# 六、实验操作注意事项

- 1. 谨慎使用删除命令: 如 rm 命令, 避免误删重要文件。
- 2. 权限问题:注意当前用户是否有足够的权限执行某些操作。
- 3. 仔细核对命令和参数:确保输入的命令和参数正确无误。
- 4. 做好备份:在进行可能有风险的操作前,先对重要文件进行备份。
- 5. 了解命令的影响范围:明确命令会影响哪些文件或目录。
- 6. 及时保存工作:避免因意外情况导致工作丢失。
- 7. 注意系统提示信息:认真对待系统给出的提示和错误信息。

### 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录: Linux 常用命令

实验序号	命令	操作内容	结果记录
1	cd	切换到指定目录	切换的目录路径
2	touch	创建文件	创建的文件名称
3	useradd	添加用户	添加的用户名称
4	passwd	设置用户密码	设置的密码

#### 2. 结果与分析

(1) 对于 cd 命令,能够成功切换到指定目录,验证了其导航功能。

(2) 创建文件的命令执行后,成功创建了指定名称的文件,观察到文件的存在。

(3) 用户相关命令的操作顺利完成,新用户被添加,密码设置成功,用户切换正常。

(4)通过分析结果,可以进一步理解这些命令的实际效果和应用场景,以及可能遇到 的问题和解决方法。同时,也可以对比不同命令的差异和特点,加深对 Linux 操作系 统的认识。

#### 3. 实验结论

(1)掌握了常用命令的基本操作:通过实验,熟练掌握了 cd、创建文件、用户管理等常用命令的使用方法。

(2) 加深了对 Linux 系统的理解:进一步了解了 Linux 操作系统的文件结构和用户 管理机制。

(3) 熟悉了命令行操作的便捷性: 体会到命令行在系统管理和操作中的高效性。

(4) 意识到准确操作的重要性:明白在使用命令时需要仔细核对,以避免误操作。

(5)为进一步学习 Linux 奠定基础:本次实验为深入学习和应用 Linux 提供了良好的开端。

# 实验二 Linux 文件和权限

# 一、实验目的

1. 熟悉常用的文件和目录操作等;

2. 熟悉 Linux 常用命令。

## 二、实验内容

- 1. 创建一个名为 "mydir" 的目录,并在其中创建一个名为 "myfile.txt" 的文件。
- 2. 将文件 "myfile.txt" 的权限设置为只读。
- 3. 在当前目录下创建一个名为 "backup" 的目录,并将 "myfile.txt" 复制到该目录中。
- 4. 将 "myfile.txt" 文件重命名为 "newfile.txt"。
- 5. 删除名为 "backup" 的目录及其内容。

#### 三、实验仪器

1.计算机及操作系统: PC 机, Ubuntu20.04。

#### 四、实验基本原理

以下是本节课所使用的 Linux 常用命令的实验原理:

1.创建目录和文件:利用文件系统的操作命令,在指定位置创建新的目录和文件 实体。

2.设置文件权限:通过修改文件的权限位,限制对文件的访问和操作。

3.复制文件:将文件从一个位置复制到另一个位置。

4.重命名文件:改变文件的名称。

5.删除目录及其内容:使用删除命令将指定的目录及其包含的所有文件和子目录 一并删除。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

使用命令行界面:通过终端输入相应的命令来执行操作。观察与验证:在执行每个步骤 后,观察系统的反馈和结果,验证操作是否成功。逐步执行:按照实验内容的顺序,依 次进行每个操作,确保逻辑连贯。理解命令参数:准确理解每个命令的参数含义,以正 确设置和执行操作。

#### 2. 实验步骤:

(1) 使用 mkdir mydir 命令创建一个名为 "mydir" 的目录。

(2)进入 "mydir" 目录, 使用 touch myfile.txt 命令创建一个名为 "myfile.txt" 的文件。

(3) 使用 chmod 444 myfile.txt 命令将文件 "myfile.txt" 的权限设置为只读。

(4) 使用 mkdir backup 命令在当前目录下创建一个名为 "backup" 的目录。

(5) 使用 cp myfile.txt backup 命令将 "myfile.txt" 复制到 "backup" 目录中。

(6) 在 "mydir" 目录中, 使用 mv myfile.txt newfile.txt 命令将 "myfile.txt" 文件重命 名为 "newfile.txt"。

(7) 使用 rm -r backup 命令删除名为 "backup" 的目录及其内容。

## 六、实验操作注意事项

1. 谨慎使用删除命令: 如 rm 命令, 避免误删重要文件。

2. 权限问题: 注意当前用户是否有足够的权限执行某些操作。

3. 仔细核对命令和参数:确保输入的命令和参数正确无误。

4. 做好备份: 在进行可能有风险的操作前, 先对重要文件进行备份。

5. 了解命令的影响范围:明确命令会影响哪些文件或目录。

6. 及时保存工作:避免因意外情况导致工作丢失。

7. 注意系统提示信息:认真对待系统给出的提示和错误信息。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录: Linux 文件和权限

实验步骤	操作内容	实验命令	结果记录
1	创建目录	mkdir mydir	成功创建
2	创建文件	touch myfile.txt	成功创建
3	设置权限	chmod 444 myfile.txt	权限设置成功
4	创建目录	mkdir backup	成功创建
5	复制	cp myfile.txt backup	复制成功
6	重命名	mv myfile.txt newfile.txt	重命名成功
7	删除目录	rm -r backup	删除成功

#### 2. 结果与分析

(1)通过本次实验,我们成功地完成了各项操作。在创建目录和文件、设置权限、复制文件、重命名文件以及删除目录等过程中,我们熟悉了相关命令的使用方法和效果。
(2)在设置文件权限为只读时,确保了文件的安全性。将文件复制到新的位置,验证了复制操作的准确性。重命名文件的过程顺利,展示了文件操作的灵活性。删除目录及其内容的操作也没有遇到问题,体现了对系统资源的有效管理。

(3) 在实验过程中可能会遇到一些意外情况,如权限不足等,这也让我们更加了解了 实际操作中可能出现的问题及解决方法。通过对实验结果的分析,我们进一步加深了对 Linux 系统操作的理解和掌握。

#### 3. 实验结论

(1)熟练掌握了常用命令:通过实验,对创建目录、文件操作、权限设置、复制、 重命名和删除等常用命令有了更深入的理解和熟练的运用。

(2)了解了文件系统的基本操作:对文件和目录的管理有了更直观的认识,熟悉 了它们之间的相互关系。

(3)认识到命令操作的准确性重要性:任何一个小的错误都可能导致操作失败,

需要仔细核对和确认操作的正确性。

(4)为进一步学习 Linux 奠定基础:本次实验为后续更深入的学习和实践提供了 良好的开端。

# 实验三 Linux 文件和权限 2

# 一、实验目的

1. 熟悉常用的文件和目录操作等;

2. 熟悉 Linux 常用命令。

# 二、实验内容

- 1. 进入 Documents 目录, 创建一个自己名字的目录。
- 2. 进入1中创建好的目录,在其中创建一个名字为 old.txt 文件。
- 3. 将 old.txt 重命名为 new.txt
- 4. 将 new.txt 的文件权限设置为只可写。
- 5. 先进去 Public 目录, 然后将刚才的 new.txt 复制过来。
- 6. 回到 Documents 目录,将1中创建好的目录删除。
- 7. 使用命令,从 Documents 目录一步跳转到 Public 目录(注意:不是先回到主目录再进去 Documents 目录)。

## 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机, Ubuntu20.04。

### 四、实验基本原理

以下是本节课所使用的 Linux 常用命令的实验原理:

1.进入目录:使用特定的命令可以切换到指定的目录。

2.创建目录和文件:通过命令可以在指定位置创建新的目录和文件实体。

3.重命名文件:利用命令改变文件的名称。

4.设置文件权限:通过修改文件的权限位来限制对文件的访问和操作。

5.复制文件:将文件从一个位置复制到另一个位置。

6.删除目录:使用命令可以将指定的目录及其包含的所有文件和子目录 一并删除。

7.直接跳转目录:利用命令可以实现从一个目录直接切换到另一个目录, 而无需经过中间步骤。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

使用命令行界面:通过终端输入相应的命令来执行操作。观察与验证:在执行每个步骤 后,观察系统的反馈和结果,验证操作是否成功。逐步执行:按照实验内容的顺序,依 次进行每个操作,确保逻辑连贯。理解命令参数:准确理解每个命令的参数含义,以正 确设置和执行操作。

#### 2. 实验步骤:

(1) 使用 cd Documents 命令进入 Documents 目录。

(2) 在 Documents 目录中, 使用 mkdir 你的名字 命令创建自己名字的目录, 并使用

cd 你的名字 进入该目录。

(3) 在该目录内, 使用 touch old.txt 命令创建 old.txt 文件。

(4) 使用 mv old.txt new.txt 命令将 old.txt 重命名为 new.txt。

(5) 使用 chmod 444 new.txt 命令将 new.txt 的权限设置为只可写。

(6)使用 cd../Public 命令进入 Public 目录, 然后使用 cp../Documents/你的名字 /new.txt. 命令将 new.txt 复制过来。

(7) 使用 cd../Documents/你的名字 命令回到 Documents 目录,使用 rm -r 你的名字 命令将创建的自己名字的目录删除。

(8) 使用 cd../Public 命令直接从 Documents 目录跳转到 Public 目录。

#### 六、实验操作注意事项

1. 确保命令拼写正确: 命令的拼写错误可能导致操作失败。

2. 注意当前目录: 始终要清楚自己当前所处的目录位置, 避免操作错误的文件或目录。

- 3. 权限设置要谨慎: 只给予必要的权限, 避免不必要的风险。
- 4. 仔细检查操作结果: 每完成一步操作, 要检查是否达到预期效果, 及时发现问题。
- 5. 熟悉命令的用法和参数:正确使用命令和参数,确保操作的准确性。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录: Linux 文件和权限 2

实验步骤	操作内容	实验命令	结果记录
1	进入目录	cd Documents	成功进入
2	创建目录	mkdir 你的名字	成功创建
3	进入目录	cd 你的名字	成功进入
4	创建文件	touch old.txt	成功创建
5	重命名	mv old.txt new.txt	重命名成功
6	设置权限	chmod 444 new.txt	权限设置成功
7	进入目录	cd Public	成功进入
8	复制	cp 你的名字/ 新目录	复制成功
9	回到目录	cd/Documents	成功返回
10	删除目录	rm -r 你的名字	删除成功
11	跳转目录	cd/Public	成功跳转

#### 2. 结果与分析

(1) 成功按照要求完成了一系列目录和文件操作。

(2) 文件的创建、重命名、权限设置、复制以及目录的删除等都准确无误地执行。

#### 3. 实验结论

- (1) 熟练掌握了文件和目录操作的相关命令。
- (2)能够准确进行文件的创建、重命名、权限设置、复制和删除等操作。
- (3) 对不同目录之间的跳转和文件管理有了更深入的理解。
- (4) 操作过程中需要仔细和谨慎,以确保操作的准确性。

# 实验四 Linux 常用命令 2

# 一、实验目的

- 1. 熟悉解压缩、查找文件等操作。
- 2. 掌握 Linux 常用命令

# 二、实验内容

- 1. 进入 Documents 目录, 创建一个自己名字的目录。
- 2. 进入1中创建好的目录,在其中随便创建3个以.txt为后缀的文件。
- 3. 将 2 中创建的 3 个文件以.tar 为后缀压缩到 Public 目录。
- 4. 切换到 Public 目录,将刚才压缩的文件复制到 Videos 目录。
- 5. 打印输出当前目录。
- 6. 在 Videos 目录对该压缩文件进行解压。
- 7. 查看 Videos 目录占用磁盘容量。
- 8. 回到主目录,并在主目录查找3中你压缩的.txr文件,需要打印输出路径。

## 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机, Ubuntu20.04。

## 四、实验基本原理

以下是本节课所使用的 Linux 常用命令的实验原理:

- 1. 进入目录: 使用特定命令可以切换到指定的 Documents 目录。
  - 2. 创建文件:在指定目录中可以创建具有特定后缀的文件。
  - 3. 压缩与移动: 通过压缩文件并将其移动到 Public 目录, 实现文件的整理和转移。
  - 4. 复制文件:将压缩文件从 Public 目录复制到 Videos 目录。
  - 5. 打印当前目录:获取当前操作所处的目录位置信息。
  - 6. 解压文件: 使用相应的解压命令对压缩文件进行解压操作。
  - 7. 查看磁盘容量: 了解 Videos 目录所占用的存储空间情况。

### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

使用命令行界面:通过终端输入相应的命令来执行操作。观察与验证:在执行每个步骤 后,观察系统的反馈和结果,验证操作是否成功。逐步执行:按照实验内容的顺序,依 次进行每个操作,确保逻辑连贯。理解命令参数:准确理解每个命令的参数含义,以正 确设置和执行操作。

#### 2. 实验步骤:

(1) 使用终端命令行,通过 cd 命令进入 Documents 目录。

(2) 在 Documents 目录下,使用 mkdir 命令创建以自己名字命名的目录,并使用 cd 命令进入该目录。

(3) 在该目录内, 使用 touch 命令依次创建 3 个以 .txt 为后缀的文件。

(4)使用 tar 命令将这 3 个文件压缩为 .tar 文件,并使用 mv 命令将其移动到 Public 目录。

(5)使用 cd 命令切换到 Public 目录, 然后使用 cp 命令将压缩文件复制到 Videos 目录。

(6) 使用 pwd 命令打印输出当前目录。

(7) 使用 cd 命令切换到 Videos 目录,使用 tar 命令对压缩文件进行解压。

(8) 使用 du -sh Videos 命令查看 Videos 目录占用磁盘容量。

(9) 使用 cd 命令回到主目录, 使用 find 命令查找以 .txr 为后缀的文件, 并打印输出其路径。

# **六、**实验操作注意事项

1. 确保命令准确: 仔细检查命令的拼写和参数, 避免错误操作。

2. 注意目录切换:在进行不同操作时,要确保处于正确的目录下。

3. 权限问题: 在压缩、移动、复制等操作时, 注意是否有足够的权限。

4. 小心误操作: 在删除、移动文件等操作时要谨慎, 避免误删重要文件。

5. 检查结果: 每完成一步操作, 要及时检查是否达到预期效果。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:常用命令2

实验步骤	操作内容	实验命令	结果记录
1	进入目录	cd Documents	成功进入
2	创建目录	mkdir your_name	创建成功
3	进入目录	cd your_name	成功进入
4	创建文件	touch	创建成功
5	压缩	tar -cvf	完成压缩和移动
6	切换目录	cd Public	成功切换
7	复制	cp files.tar Videos	复制成功
8	打印	pwd	显示当前目录
9	切换目录	cd Videos	成功切换
10	解压	tar -xvf files.tar	解压成功
11	查看磁盘容量	du -sh Videos	显示占用容量信息
12	回到主目录	cd/	成功回到主目录
13	查找.txr 文件	findname "*.txr"	未找到该文件

2. 结果与分析

(1)本次实验顺利完成了各项操作,成功进入不同目录,创建、压缩、移动、复制文件,并进行了解压和查看磁盘容量等操作。结果与预期相符,展示了对命令行操作的较好掌握。然而,在查找指定后缀文件时未找到,可能需要进一步检查操作是否准确或文

件是否存在。通过本次实验,对文件操作和目录管理有了更深入的理解和实践。

- (2)实验步骤基本按照预期进行,展示了对文件操作和目录切换的掌握。
- (3) 未找到.txr 文件可能是因为该文件实际并不存在,或者查找命令使用有误。
- (4) 整个实验过程验证了文件管理和操作的基本技能。

#### 3. 实验结论

本次实验成功验证了一系列文件操作和目录管理的方法,包括创建目录、创建文件、压缩与移动文件、复制文件、解压文件以及查看目录占用磁盘容量等。同时,也发现了在 查找特定文件时可能存在的问题,需要在后续的实验中进一步完善和改进操作方法。总 体来说,通过这次实验,对相关操作有了更清晰的认识和更熟练的掌握。

# 实验五 Linux shell 程序设计

# 一、实验目的

1. 熟悉进程, 脚本, 安装卸载文件等操作。

2. 掌握 Linux 常用命令

# 二、实验内容

- 1. 进入 Documents 目录, 创建一个自己名字的目录。
- 2. 在自己名字的目录中创建一个以 .sh 为后缀的脚本文件
- 3. 修改该脚本的权限
- 4. 在该脚本中编写简单的 Hello World 脚本
- 5. 首先查看该脚本内容
- 6. 执行该脚本
- 7. 显示当前的进程号
- 8. 强制终止第一个进程
- 9. 安装数据传输软件包 curl
- 10. 查看 curl 版本

#### 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机, Ubuntu20.04。

## 四、实验基本原理

以下是本节课所使用的 Linux 常用命令的实验原理:

1.文件系统操作:进入特定目录并创建自己名字的目录,是对文件系统进行管理和组织。

2. 脚本文件创建与编辑: 创建以.sh 为后缀的脚本文件,并在其中编写代码,是利用脚本语言实现特定功能。

3.权限管理: 修改脚本文件的权限,确保其具有合适的执行权限。

4.进程管理: 查看进程号和强制终止进程, 涉及到对正在运行的程序的控制。

5.软件安装与版本查看:安装数据传输软件包 curl 并查看其版本,是对软件的管理和了解。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

使用命令行界面:通过终端输入相应的命令来执行操作。观察与验证:在执行每个步骤 后,观察系统的反馈和结果,验证操作是否成功。逐步执行:按照实验内容的顺序,依 次进行每个操作,确保逻辑连贯。理解命令参数:准确理解每个命令的参数含义,以正 确设置和执行操作。

#### 2. 实验步骤:

- (1) 使用命令行进入 Documents 目录。
- (2) 在 Documents 目录下创建一个自己名字的目录。
- (3) 进入自己名字的目录,创建一个以.sh 为后缀的脚本文件。
- (4)修改该脚本文件的权限,使其可执行。
- (5)使用文本编辑器在脚本文件中编写简单的 Hello World 脚本。
- (6) 查看该脚本文件的内容。
- (7) 执行该脚本。

- (8)使用相关命令显示当前的进程号。
- (9)使用强制终止命令终止第一个进程。
- (10)使用包管理工具安装 curl 数据传输软件包。
- (11) 使用命令查看 curl 的版本。

## 六、实验操作注意事项

- 1. 权限问题:确保对文件和目录具有足够的操作权限。
- 2. 命令准确性: 准确输入命令, 避免拼写错误。
- 3. 路径正确性:确保进入和操作的目录路径正确无误。
- 4. 编辑脚本时的语法:正确编写脚本代码,避免语法错误。
- 5. 终止进程时的谨慎: 只终止确定不需要的进程, 避免误操作。
- 6. 软件安装的依赖: 注意安装软件包可能存在的依赖关系。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录: Linux 文件和权限 2

实验步骤	操作内容	实验命令	结果记录
1	进入目录	cd Documents	是否成功进入
2	创建目录	mkdir your_name	目录是否创建成功
3	创建脚本	touch your_name.sh	文件是否创建成功
4	修改权限	chmod +x your_name.sh	权限是否修改成功
5	编写 脚本	使用文本编辑器编辑	脚本内容是否正确
6	查看脚本内容	cat your_name.sh	内容是否正确显示
7	执行脚本	./your_name.sh	执行是否成功
8	显示进程	ps -ef	进程号是多少
9	强制终止	kill -9 process_id	是否成功终止
10	安装软件	apt-get install curl	是否安装成功
11	查看版本	curlversion	版本信息

#### 2. 结果与分析

(1)本次实验结果较为理想,成功进入 Documents 目录,创建了自己名字的目录,并 在其中创建了脚本文件且修改了权限。在脚本中编写的 Hello World 脚本执行成功,显 示了当前进程号并成功强制终止了第一个进程。安装 curl 数据传输软件包也顺利完成, 并查看了其版本。

(2)通过本次实验,对文件系统操作、脚本编程、权限管理、进程控制以及软件安装 等方面有了更深入的理解和实践,但在操作过程中可能存在一些细节问题需要进一步改 进和完善。

# 3. 实验结论

通过本次实验,我们成功地进行了一系列文件操作和进程管理的任务,验证了相关理论 知识,并提高了实际操作能力。我们掌握了进入特定目录、创建目录和文件、修改权限、 编写和执行脚本、查看进程号以及安装软件等技能。同时,在实验过程中也发现了一些 需要注意的细节和进一步提升的空间。总体来说,本次实验达到了预期的效果,对相关 知识和技能有了更深入的理解和掌握。

# 实验六 Linux shell 程序设计 2

# 一、实验目的

- 1. 熟悉简单脚本中 for 循环的使用
- 2. 掌握 Linux 常用脚本命令

# 二、实验内容

- 1. 使用 for 循环实现 1 到 10 内奇数的相乘运算
- 2. 定义一个长度为6的数组,使用 for 循环循环输出其内容

# 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机, Ubuntu20.04。

# 四、实验基本原理

以下是本节课所使用的 Linux 常用命令的实验原理:

1. 使用 for 循环实现 1 到 10 内奇数的相乘运算: 原理是通过循环遍历 1 到 10 的 数字, 使用条件判断筛选出奇数, 然后将这些奇数依次相乘。

2. 定义一个长度为 6 的数组, 使用 for 循环循环输出其内容: 原理是利用数组可 以存储多个元素的特性, 通过循环依次访问数组中的每个元素, 并将其输出。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

使用命令行界面:通过终端输入相应的命令来执行操作。观察与验证:在执行每个步骤 后,观察系统的反馈和结果,验证操作是否成功。逐步执行:按照实验内容的顺序,依 次进行每个操作,确保逻辑连贯。理解命令参数:准确理解每个命令的参数含义,以正 确设置和执行操作。

#### 2. 实验步骤:

- 使用 for 循环实现 1 到 10 内奇数的相乘运算:
- (1) 初始化一个结果变量为 1。
- (2) 使用 for 循环从 1 到 10 进行遍历。
- (3) 在循环中判断每个数是否为奇数,如果是奇数,则将其与结果变量相乘。
- (4) 循环结束后,输出结果变量的值。

定义一个长度为 6 的数组,使用 for 循环循环输出其内容:

- (1) 定义一个长度为 6 的数组,并初始化数组元素。
- (2) 使用 for 循环从 0 到 5 进行遍历。
- (3)在循环中,通过索引访问数组中的每个元素,并将其输出。

# **六、**实验操作注意事项

- 1. 要确保正确判断奇数,避免漏判或误判。
- 2. 注意结果变量的初始化和更新,避免计算错误。
- 3. 数组的索引范围要正确,避免越界访问。
- 4. 输出时要确保格式正确,便于观察和理解。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录: Linux 文件和权限 2

实验步骤	操作内容	实验命令	结果记录

1	初始化	result = 1	无
2	for 循环	for i in range(1, 11):	无
3	If 判断	if i % 2!= 0: result *= i	无
4	输出结果	\$result	945
5	定义数组	array = [10, 20, 30, 40, 50, 60]	无
6	for 循环	for i in range(6):	无
7	索引输出	\${array[i]}	10, 20, 30, 40, 50, 60

#### 2. 结果与分析

(1)使用 for 循环实现 1 到 10 内奇数的相乘运算:得到了 1 到 10 内奇数的乘积。 通过循环遍历和条件判断,准确地计算出了奇数的乘积,验证了算法的正确性。

(2) 定义一个长度为 6 的数组,使用 for 循环循环输出其内容: 依次输出了数组中的每个元素。成功地使用循环访问并输出了数组中的所有元素,展示了对数组操作的掌握。

#### 3. 实验结论

通过本次实验,我们成功地进行了一系列循环操作。使用 for 循环实现 1 到 10 内奇数的相乘运算:通过实验,我们成功运用 for 循环和条件判断实现了特定的计算,展示了在编程中处理数字运算的能力。定义一个长度为 6 的数组,使用 for 循环循环输出其内容:实验证明了使用 for 循环遍历数组并输出元素的可行性,加深了对数组操作的理解。
# 实验七 Linux shell 程序设计 3

# 一、实验目的

- 1. 熟悉简单的 shell 程序设计
- 2. 掌握 shell 中各种变量和函数的使用

#### 二、实验内容

- 1. 编写脚本文件, 创建目录和文件
- 2. 编写脚本文件,查找符合格式条件的文件并删除

#### 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机, Ubuntu20.04。

#### 四、实验基本原理

以下是本节课所使用的 Linux 常用命令的实验原理:

1. 创建目录和文件:在 shell 中,可以使用特定的命令来创建目录(如 mkdir)和文件(如 touch)。通过编写脚本文件,可以按照一定的顺序执行这些命令,实现创建目录和文件的操作。

2. 查找并删除文件:利用 shell 提供的文件查找命令(如 find),可以根据指定的条件找到符合要求的文件。然后,使用删除命令(如 rm)将这些文件删除。通过脚本可以将这些操作整合起来,实现自动化的查找和删除过程。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

使用命令行界面:通过终端输入相应的命令来执行操作。观察与验证:在执行每个步骤 后,观察系统的反馈和结果,验证操作是否成功。逐步执行:按照实验内容的顺序,依 次进行每个操作,确保逻辑连贯。理解命令参数:准确理解每个命令的参数含义,以正 确设置和执行操作。

#### 2. 实验步骤:

创建目录和文件的实验步骤:

- (1) 打开脚本文件编辑工具。
- (2) 使用 mkdir 命令创建指定名称的目录。
- (3) 使用 touch 命令创建指定名称的文件。
- (4) 保存并执行脚本。

查找符合格式条件的文件并删除的实验步骤:

- (1) 打开脚本文件编辑工具。
- (2) 使用 find 命令并设置合适的查找条件,如文件格式。
- (3) 将查找到的文件列表通过管道传递给 rm 命令。
- (4) 保存并执行脚本。

#### 六、实验操作注意事项

- 1. 确保指定的目录和文件名称符合规范,避免包含特殊字符。
- 2. 注意权限问题,确保有足够的权限进行创建操作。
- 3. 谨慎使用删除操作,确保不会误删重要文件。
- 4. 检查查找条件的准确性, 避免删除不需要的文件。
- 5. 再次确认删除操作的后果,以免造成不可挽回的损失。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录: Linux 文件和权限 2

实验步骤	操作内容	实验命令	结果记录
1	创建目录	mkdir my_directory	创建"my_directory"
2	创建文件	touch my_directory/my_file.txt	创建"my_file.txt"
3	查找文件	findname "*.txt"	查找.txt 文件
4	删除文件	rm *.txt	删除.txt 文件

#### 2. 结果与分析

(1) 创建目录和文件:检查目录和文件是否成功创建,确认其存在性。分析创建过程是否顺利,有无出现错误。

(2)查找并删除文件:对比找到的文件与预期是否一致。分析删除操作是否成功,是 否有未删除的情况。考虑删除操作对系统的影响。

#### 3. 实验结论

通过本次实验,我们成功掌握了使用脚本创建目录和文件的方法,证明了相关命令的有效性。利用脚本实现了对符合格式条件的文件的查找和删除操作,熟悉了相应的操作流程和命令运用。实验过程验证了 shell 中变量和函数在实际操作中的作用,为进一步的 shell 编程提供了经验。

# 实验八 Linux 网络环境配置

#### 一、实验目的

1. 熟悉简单的 Linux 网络环境配置

2. 掌握掌握文件系统的管理和维护

#### 二、实验内容

1. 在 Linux 系统中,如何配置静态 IP 地址,并确保网络能够正常通信。

2. 给定一个文件系统,其中有一些文件和目录,如何找出最近 7 天内没有被访问过的 文件,并将它们移动到另一个目录。

#### 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机, Ubuntu20.04。

#### 四、实验基本原理

配置静态 IP 地址并确保网络正常通信:

1. 通过修改网络配置文件 (如 /etc/network/interfaces) 来指定静态 IP 地址、子网掩码、 网关等信息。配置完成后,系统会根据这些信息进行网络连接的建立和管理,以实现网 络通信。

2. 查找并移动最近 7 天内未被访问过的文件:文件系统会记录每个文件的访问时间信息。使用合适的命令(如 find)结合时间条件(如查找 7 天前的时间)来筛选出符合条件的文件。然后通过移动命令(如 mv)将这些文件移动到指定的目录中。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

使用命令行界面:通过终端输入相应的命令来执行操作。观察与验证:在执行每个步骤 后,观察系统的反馈和结果,验证操作是否成功。逐步执行:按照实验内容的顺序,依 次进行每个操作,确保逻辑连贯。理解命令参数:准确理解每个命令的参数含义,以正 确设置和执行操作。

#### 2. 实验步骤:

配置静态 IP 地址并确保网络正常通信:

- (1) 打开网络配置文件,编辑相关参数。
- (2) 重启网络服务使配置生效。
- (3)使用网络测试工具检查网络连接是否正常。

查找并移动最近 7 天内未被访问过的文件:

- (1) 使用 find 命令结合时间条件查找文件。
- (2) 对查找到的文件执行移动操作。
- (3)检查目标目录是否成功移动文件。

#### **六、**实验操作注意事项

- 1. 确保输入的 IP 地址、子网掩码等信息正确无误。
- 2. 注意不同 Linux 发行版的网络配置文件可能略有差异。
- 3. 在修改网络配置后,要谨慎重启网络服务,以免影响其他网络连接。
- 4. 准确理解和设置时间条件,避免误操作。
- 5. 移动文件时要确保目标目录存在且有足够权限。
- 6. 注意不要误移动重要文件。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录: Linux 文件和权限 2

实验步骤	操作内容	实验命令	结果记录
1	打开网络配置	vim /etc/network/interfaces	文件打开成功
2	编辑配置参数	设置静态 IP 地址等	参数设置完成
3	重启网络服务	service network restart	网络服务重启
4	检查网络连接	ping 目标地址	网络连接
5	指定查找目录	find /指定目录	目录指定成功
6	设置时间条件	-atime +7	时间条件设置正确
7	查找文件	find / -type f -atime +7	查找到的文件列表
8	移动文件	mv 未访问文件 目标目录	移动操作
9	检查目录	ls 目标目录	文件移动

#### 2. 结果与分析

(1) 创建目录和文件:检查目录和文件是否成功创建,确认其存在性。分析创建过程是否顺利,有无出现错误。

(2)查找并删除文件:对比找到的文件与预期是否一致。分析删除操作是否成功,是 否有未删除的情况。考虑删除操作对系统的影响。

(3) 配置静态 IP 地址:分析配置是否成功,网络是否正常连接,是否出现异常情况及原因。

(4)查找并移动未被访问过的文件:对比找到的文件与预期是否一致,移动操作是否 顺利,是否有未移动成功的情况及可能的原因。

#### 3. 实验结论

通过本次实验,我们通过实验,成功掌握了在 Linux 系统中配置静态 IP 地址的方法, 网络能够正常通信。能够有效地利用命令查找并移动最近 7 天内未被访问过的文件, 对文件系统的管理和操作有了更深入的理解。

# 《液压与气压传动》实验

- 实验一 液压元件拆装实验
- 实验二 节流调速回路性能实验
- 实验三 双缸顺序动作回路实验
- 实验四 气动元件认识和速度换接实验

# 实验五 气动回路设计实验

# 实验1 液压元件拆装实验

### 一、实验目的

1.通过对液压泵(齿轮泵、叶片泵、柱塞泵)、液压缸、液压阀等液压元件的拆装,加深了解典型液压泵、液压缸、液压阀的结构、特点与工作原理。

2.对液压泵、液压缸、液压阀的加工及装配工艺有一个初步的认识,掌握液压元件拆装的基本要领。

3.观察和了解活塞缸、液压阀等其他常用液压元件的结构。

#### 二、实验内容

1.拆装齿轮泵

CB-B型齿轮泵的结构如图 1.1 所示。在吸油腔,轮齿在啮合点相互从对 方齿槽中退出,密封工作空间的容积不断增大,完成吸油过程。在排油腔, 轮齿在啮合点相互进入对方齿槽中,密封工作空间的容积不断减小,实现排 油过程。



图 1.1 CB-B 型齿轮泵

2.拆装叶片泵

YB型叶片泵的结构如图 1.2 所示。



图 1.2 YB 型叶片泵

3.拆装柱塞泵

斜盘式轴向柱塞泵是一种常见的轴向柱塞泵,这种柱塞泵的变量方式通 常有手动变量、压力补偿变量、伺服变量等多种方式。图 1.3 是 SCY14 型斜 盘式手动变量轴向柱塞泵的结构简图。其主体部分由传动轴带动缸体旋转, 使均匀分布在缸体上的七个柱塞绕传动轴中心线转动,通过中心弹簧将柱滑 组件中的滑靴压在变量头(或斜盘)上。这样,柱塞随着缸体的旋转而作往 复运动,完成吸油和压油动作。



手动变量泵改变流量靠外力转动调节手轮,旋转调节螺杆,带动变量活 塞沿轴向移动,同时带动变量头绕中心转动,改变倾斜角,达到变量目的。 当达到所需流量时可使用锁紧螺母紧固。

调节手轮顺时针转动时,流量减小。调节手轮逆时针转动时,流量增加。 其百分值可粗略从刻度盘上读出。工作时改变流量须卸荷操作。

4.观察活塞缸的结构。

5.观察液压阀等其他常用液压元件的结构。

#### 三、实验用工具及材料

内六角扳手、固定扳手、螺丝刀、铜棒、塑料棒、各种液压泵,活塞缸、 液压阀等其他常用液压元件。

#### 四、实验要求

1.通过拆装,理解液压泵内每个零部件的构造与作用,了解其加工工艺 要求。

2.了解如何认识液压泵的铭牌、型号。

3.掌握液压泵的职能符号(定量、变量、单向、双向)及选型要求等。

4.通过实物分析液压泵的工作三要素(三个必须的条件)。

5.分析影响液压泵正常工作及容积效率的因素,了解易产生故障的部件 并分析其原因。

8.掌握拆装液压泵的方法和拆装要点。拆装时注意不要拆下轴承,不得 用金属棒猛砸液压泵的零件。

9.观察活塞缸、液压阀等其他常用液压元件的结构及特点。

#### 五、实验步骤

1.拆装齿轮泵,记录拆装步骤。注意以下几个方面:

(1)观察及了解各零件在齿轮泵中的作用,了解齿轮泵的工作原理, 按一定的步骤拆开并装配齿轮泵。

(2) 根据实物,简要说明齿轮泵的结构组成?

- (3) 齿轮泵的密封工作腔是由哪些零件围成的?
- (4) 齿轮泵为什么能够吸油和压油?
- (5) 如何解决齿轮泵的困油问题,从结构上加以分析。
- (6) 齿轮泵有几个泄漏途径?
- (7)齿轮泵的吸、压油口有什么区别?为什么?
- 拆完后,将齿轮泵装好,注意不要遗漏零件。

2.拆装叶片泵,记录拆装步骤。注意以下几个方面:

(1) 叶片泵由哪些零件组成?

(2) 叶片泵为什么能够吸油和压油?

- (3) 叶片泵的配油盘在结构上有那些特点?
- (4)转子上的叶片槽为什么朝前倾个角度?
- (5)叶片泵工作时,如何保证其叶片始终顶住定子内圈面上而不产生 松脱现象?

拆完后,将泵装好,注意不要遗漏零件。

3.拆装柱塞泵,记录拆装步骤。注意以下几个方面:

(1) 所拆装的柱塞泵由哪些主要零件组成?

(2) 解释柱塞泵的吸油和压油原理?

(3)在所拆装的柱塞泵结构中,是如何解决工作时柱塞与斜盘间的摩 擦磨损问题的?

(4) 柱塞泵的配油盘结构特点? 如何解决工作时缸体与配油盘间的摩 擦磨损问题的?

(5) 与其他泵相比, 柱塞泵为什么能够获得更高的工作压力?

拆完后,将泵装好,注意不要遗漏零件。

4、活塞缸、液压阀等其他常用液压元件的结构

对于已经拆开的活塞缸、液压阀等其他常用液压元件,观察活塞缸、液 压阀等其他常用液压元件的结构,理解活塞缸、液压阀的结构特点。

#### 六、实验操作注意事项

1.因实验元器件结构和用材的特殊性,在实验的过程中务必注意稳拿轻放防止碰撞;在回路实验过程中确认安装稳妥无误才能进行加压实验。

2.做实验之前必须熟悉元器件的工作原理和动作条件,掌握快速组合的 方法,绝对禁止强行拆卸,不要强行旋转各种元器件的手柄,以免造成人为 损坏。

3.实验之前一定要了解本实验系统的操作规程,在老师的指导下进行, 切勿盲目进行实验。

4.实验完毕后,要清理好元器件,注意搞好元器件的保养和实验台的清 洁。

### 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录

#### 表 1.1 齿轮泵的拆装

所拆装的齿轮泵的型号:\_\_\_\_\_

额定参数:\_\_\_\_\_

拆装顺序	拆装零件或单元	所用工具
1		
2		
3		
4		

5

#### 表 1.2 叶片泵的拆装

所拆装的叶片泵的型号:\_\_\_\_\_

额定参数:\_\_\_\_\_\_

拆装顺序	拆装零件或单元	所用工具
1		
2		
3		
4		
5		

#### 表 1.3 柱塞泵的拆装

所拆装的柱塞泵的型号:\_\_\_\_\_

额定参数:\_\_\_\_\_

拆装顺序	拆装零件或单元	所用工具
1		
2		
3		
4		
5		

2. 结果与分析

1.齿轮泵有几个泄漏途径?

2.齿轮泵的吸、压油口有什么区别?为什么?

3.叶片泵的配油盘在结构上有那些特点?

4.转子上的叶片槽为什么朝前倾个角度?

5.所拆装的柱塞泵是如何调节变量的?

6.在所拆装的柱塞泵结构中,是如何解决工作时柱塞与斜盘间、缸体与 配油盘的摩擦磨损问题的?

7.与其他泵相比, 柱塞泵为什么能够获得更高的工作压力?

3. 实验结论

通过对液压泵(齿轮泵、叶片泵、柱塞泵)、液压缸、液压阀等液压元

件的拆装,加深了解典型液压泵、液压缸、液压阀的结构、特点与工作原理。

# 实验二 节流调速回路性能实验

### 一、实验目的

1. 了解节流调速回路的构成,掌握其回路的特点。

通过对节流阀三种调速回路性能的实验,分析它们的速度一负载特性,比较三种节流调速方法的性能。

 通过对节流阀和调速阀进口节流调速回路的对比实验,分析比较它 们的调速性能。

#### 二、实验内容

1. 采用节流阀的进口节流调速回路的调速性能。

2. 采用节流阀的出口节流调速回路的调速性能。

#### 三、实验仪器

1.液压传动综合教学实验台1台;
2.换向阀(阀芯机能"O") 2只;
3.液压缸 2只;
4.接近开关及其支架 4只;
5.溢流阀 1只;
6.四通油路过渡板 3只;
7.压力表(量程10MPa) 2只;
8.油泵1台;
9.油管若干;
10.秒表1只。

#### 四、实验原理

节流调速原理是通过改变回路中流量控制元件(节流阀或调速阀)通流 截面积的大小来控制流入执行元件或自执行元件流出的流量,以调节其运动 速度。 这种方法适用于液压调速回路,其中节流调速回路分为进油路节流 调速回路、回油路节流调速回路和旁路节流调速回路。采用调速阀的节流调 速和采用比例流量阀的节流调速都是节流调速回路的应用形式。 进油路节流调速:通过在进油路上安装节流阀,控制进入执行元件的流量,从而调节其运动速度。

回油路节流调速:通过在回油路上安装节流阀,控制从执行元件流出的 流量,同样达到调节速度的目的。

旁路节流调速:通过在旁路上安装节流阀,分流部分油液,从而调节执 行元件的流量和速度。

此外,节流调速回路还可以根据是否使用调速阀或比例流量阀进行分类。 调速阀的节流调速和比例流量阀的节流调速都是通过改变通流截面积来控 制流量,进而调节速度。这种调速方式的特点是结构简单、控制方便、流量 测量精度高,适用于各种机械设备的调速,无需电气控制系统。原理图见图



图 2.1 节流调速回路的速度一负载特性实验原理图

1. 通过对节流阀的调整, 使系统执行机构的速度发生变化。

2. 通过改变负载,可观察到负载的变化对执行机构速度的影响。

整个实验系统分为两大部分:实验回路部分和加载回路部分。左边部分 为实验回路,油缸 19 为工作油缸,通过调节节流阀 7、8、9 及单向调速阀 6 的开口大小,可分别构成三种节流调速回路。电磁换向阀 3 用于油缸 19 换 向,溢流阀 2 起限压和溢流作用;右边部分为加载回路,油缸 20 为负载油 缸(注意:加载时一定要是油缸 20 无杆腔进油),负载的大小由溢流阀 11 调节。

#### 五、实验方法与步骤

本实验主要需解决的问题是: 各种调速回路如何构成, 主油缸运动速度 的调节, 如何加负载及负载大小的调节。

1. 进口节流调速回路

1) 实验回路的调整

a) 将调速阀 6、节流阀 9 关闭、节流阀 7 调到某一开度,回油路节流阀 8 全开。

b) 松开溢流阀 2, 启动液压泵 1, 调整溢流阀, 使系统压力为 4MPa。

c) 操纵电磁换向阀 3,使主油缸 19 往复运动,同时调节节流阀 7 的开度,使工作缸活塞杆运动速度适中(使油缸 19 空载时向右运动全程时间为
4S 左右)。

d) 检查系统工作是否正常。退回工作缸活塞。

2) 加载回路的调整

(1) 松开溢流阀 11, 启动油泵 18。

(2) 调节溢流阀 11 使系统压力为 0.5MPa。

(3)通过三位四通电磁换向阀 17 的切换,使加载油缸活塞往复运动 3一5次,排除系统中的空气,然后使活塞杆处于退回位置。

3) 节流调速实验数据的采集

(1)伸出加载缸活塞杆,顶到工作缸活塞杆头上,通过电磁换向阀3 使工作缸19活塞杆推着加载缸20活塞杆一起向右运动。测得工作缸19活 塞杆全程运动时间。退回工作缸活塞杆。 (2)通过溢流阀 11 调节加载缸的工作压力 P12-3(每次增加 0.5MPa, 重复步骤(1),逐次记载工作缸活塞杆全程运动时间,直至工作缸活塞杆推 不动所加负载为止。

(3)操纵换向阀 3,11 使油缸 19,20 的活塞杆缩回,松开溢流阀 2、11,停油泵 1、18。

2. 节流阀的出口节流调速回路

将节流阀 6、9 关死,阀 7 全开,阀 8 调到某一开度,其余同方法与步骤同实验 1

3. 调速阀的进油节流调速回路

将节流阀 7、9 关死,阀 8 全开,阀 6 调到某一开度,其余同方法与步骤同实验。

#### 六、实验操作注意事项

1.因实验元器件结构和用材的特殊性,在实验的过程中务必注意稳拿轻放防止碰撞;在回路实验过程中确认安装稳妥无误才能进行加压实验。

2.做实验之前必须熟悉元器件的工作原理和动作条件,掌握快速组合的 方法,绝对禁止强行拆卸,不要强行旋转各种元器件的手柄,以免造成人为 损坏。

3.严禁带负载启动(要将溢流阀逆时针旋松动),以免造成安全事故。

4.学生做实验时,系统压力不得超过额定压力 4MPa。

5.实验之前一定要了解本实验系统的操作规程,在老师的指导下进行, 切勿盲目进行实验。

6.实验过程中,发现回路中任何一处有问题时,应立即切断泵站电源, 并向老师汇报情况,只有当回路释压后才能重新进行实验。

7.实验完毕后,要清理好元器件,注意搞好元器件的保养和实验台的清 洁。

#### 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录根据实验数据

画出三种调速回路的速度一负载特性曲线。

1

#### 2. 结果与分析

分析比较节流阀进油节流调速回路、节流阀出口节流调速回路和调速阀 进油节流调速回路的性能。

(1) 那种调速回路的性能较好?

(2)进油路采用调速阀节流调速时,为何速度一负载特性变硬?而在 最后速度却下降的很快?指出实验条件下,调速阀所适应的负载范围(可与 节流阀调速时的速度一负载特性曲线比较)。

节流方法ろう	系 统 压 力(MPa)	进入油缸 的 流 量 (L/min)	负载压 力(MPa)	负载(N)	油缸运 动时间 (s)	油缸运 动速度 (mm/s)	速度负载曲线
节流阀进油	-						(用坐标纸绘)
节流	-						
	-						
	-						
世法海同法	-						
7沉   四							
节流							
	-						

实验数据记录

油缸行程=200mm, 油缸无杆腔直径 40mm

#### 3. 实验结论

节流调速作为一种有效的流体控制方法,具有广泛的应用前景。通过深 入了解节流装置的作用、流量与压力的关系、调速方式与应用、调速效果与 优势、适用范围与限制以及不同形式的节流调速回路,我们可以根据实际需 求选择合适的节流调速方案,提高系统的性能和稳定性。

# 实验三 双缸顺序动作回路实验

一、实验目的

1. 了解电路控制液压回路工作原理;

2. 掌握接近开关的使用方法与职能符号及其运用;

3. 学会使用换向阀、行程开关等液压元件来控制多个液压缸的顺序动
作,加深对所学知识的理解与掌握;

4. 培养使用各种液压元件进行系统回路的连接、安装和调试的操作能力;

5. 进一步理解采用行程开关控制的顺序动作回路的工作原理及应用

### 二、实验内容

1. 通过亲自装拆,了解液压元件及管路的正确连接与安装的方法。

2. 了解顺序动作回路组成和性能。

### 三、实验仪器

10.液压传动综合教学实验台 1台;
11.换向阀(阀芯机能"O")2只;
12.液压缸 2只;
13.接近开关及其支架 4只;
14.溢流阀 1只;
15.四通油路过渡板3只;
16.压力表(量程10MPa) 2只;
17.油泵 1台;
18.油管 若干。

### 四、实验基本原理

顺序动作回路的功用是使液压系统中的多个执行元件严格地按规定的顺序动作。按控制方式分为压力控制、行程控制和时间控制三类。

行程控制顺序动作回路,液压原理图见图 3.1。工作过程见电磁铁动作

表 3.1, 自动循环。



100.0	
标识	元件描述
1	液压源, 简略符号
10	油箱
2	压力表
3	溢流阀
4	三位四通电磁换向阀
5	三位四通电磁换向阀
6	单作用缸
7	单作用缸
8	油箱
9	油箱

图 1 实验原理图



图 3.1 实验图

<b>卢</b>	动作	发讯原件	电磁铁			
序写	49JTE		CT1	CT2	CT3	
1	A 进	启动钮	+	-	-	
2	B 进	L2	+	+	-	
3	A 退	L3	-	+	-	
4	B 退	L1	-	-	-	

5	停止	停止钮	-	-	+
---	----	-----	---	---	---

多缸顺序动作回路的工作原理为:

1. 启动油泵, CT1 通电, 左换向阀处于左位, 液压缸 A 中活塞向右运动, 实现动作 1;

2. 缸 A 前进,活塞杆触头压下行程开关 L2 后,CT2 通电,右换向阀 处于左位,液压缸 B 中活塞向右运动,实现动作 2;

3. 缸 B 前进,活塞杆触头压下行程开关 L3 后,CT1 断电,左换向阀恢 复右位,液压缸 A 中活塞向左运动,实现动作 3;

4. 缸 A 退回,活塞杆触头压下行程开关 L4 后,CT2 断电,右换向阀 恢复右位,液压缸 B 中活塞向左运动,实现动作 4;

5. 缸 B 退回,活塞杆触头压下行程开关 L1 后,CT1 通电,左换向阀处 于左位,液压缸 A 中活塞向右运动,实现动作 1;

6. 二位二通电磁换向阀 CT3 通电,系统缸荷,液压缸停止工作。

采用行程开关控制多缸顺序动作回路的工作原理见图。工作过程见电磁 铁动作表。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验采用透明可视的液压元件和快速插装式的管路在液压实验台上 完成。电气线路与控制按钮均在实验台,操作安全、控制方便。根据已学的 液压回路的基本知识,选用正确的液压元件,在液压实验台上实现双缸的顺 序动作。

#### 2. 实验步骤:

(1)根据实验内容,设计实验所需的回路,所设计的回路必须经过认 真的检查,确保正确无误。

(2)按照检查无误后的回路要求,选择所需的液压元件,并且检查其性能的完好性。

(3)将检查好的液压元件安装在插件板适当的位置,通过快速接头和 软管按照回路要求,把各个元件连接起来(包括压力表),(注:并联油路可 用多孔油路板);

(4) 将电磁阀及行程开关与控制线连接

(5)确认安装连接正确后,旋松泵出口溢流阀,然后启动油泵,按要求调压(3-5MPa)。

(6) 系统溢流阀做安全阀使用,不得随意调整

(7)根据回路要求,调节液压缸的速度,必要时可以加装流量阀进行 调节。使液压缸活塞杆的速度适中。

(8)实验完毕后,应先旋松溢流阀手柄,然后停止油泵工作。确认回路中的压力为零后,取下连接油管和元件,归类放入规定的抽屉或规定地方。

#### 六、实验操作注意事项

5.因实验元器件结构和用材的特殊性,在实验的过程中务必注意稳拿轻放防止碰撞;在回路实验过程中确认安装稳妥无误才能进行加压实验。

6.做实验之前必须熟悉元器件的工作原理和动作条件,掌握快速组合的 方法,绝对禁止强行拆卸,不要强行旋转各种元器件的手柄,以免造成人为 损坏。

7.实验中的行程开关为感应式,开关头部距离感应金属约4mm之内即可 感应信号。

8.严禁带负载启动(要将溢流阀逆时针旋松动),以免造成安全事故。

9.学生做实验时,系统压力不得超过额定压力 4MPa。

10.实验之前一定要了解本实验系统的操作规程,在老师的指导下进行, 切勿盲目进行实验。

11.实验过程中,发现回路中任何一处有问题时,应立即切断泵站电源, 并向老师汇报情况,只有当回路释压后才能重新进行实验。

12.实验完毕后,要清理好元器件,注意搞好元器件的保养和实验台的清洁。

### 七、数据记录、处理与分析

输入信号	动作顺序	241	3YV	5YV	6YV	7Y V
自动按钮	1.缸 I 进	+		( <del></del>	-	÷
3XK	2.缸Ⅱ进	+	-0	+	+	<del>14</del> 8
2XK	3.缸 I 退	<del></del> )	+	( <del></del> )	) <del></del> )	+
4XK	<b>4</b> .缸Ⅱ退	<del>da</del> i		+	+	<del></del> 8
1XK	5.停止	1086	-0	line li	570	100

1. 实验数据记录:动作顺序表

#### 2. 结果与分析

(1)改用顺序阀取代行程开关实现同样的功能,实验成功后画出实验 原理图。

(2)本实验中如果行程开关2损坏后,有什么样的结果?如果是行程 开关4损坏呢,结果又如何?

(3) 试指出该液压系统由哪些元件组成?

(4) 行程控制顺序回路的优点是什么?

#### 3. 实验结论

行程控制顺序回路的优点是调整行程比较方便,改变电气控制线路就可 以改变油缸的动作顺序,利用电气互锁,可以保证顺序动作的可靠性。

# 实验四 气动元件认识和速度换接实

# 验

#### 一、实验目的

1.认识气压元件, 熟悉其在气动控制回路中的应用;

2.通过装拆气动基本回路,加深理解调速回路的组成和性能,掌握回路 速度换接的一般方法。

#### 二、实验内容

1.认识实验台气动元件库中的各个气动元件,了解其特点和性能;

2.按照给出的气动系统原理图,从气动元件库中选出所需要的元件,并 在实验台上连接这些元件,搭接气动回路,实现系统功能;

3.对所搭接的气动回路进行调试。

#### 三、实验装置

1.液压传动综合教学实验台1台;

2.气动换向阀 2只;

3.气缸 2只;

4.接近开关及其支架 4只;

5.气动溢流阀 1只;

6.动力装置1台;

7.气管 若干。

#### 四、实验原理

系统具有以下速度回路:快速运动、工作进给、快速退回,使用电磁阀 (或机械阀)可以实现各种速度的手动换接,利用接近开关控制电磁阀 5, 可以实现两种不同速度的自动换接。



 1、气源 2、气动三联件 3、两位五通单电磁换向阀 4、单向节流 阀
5、两位三通单电磁换向阀 (常开) 6、双作用气缸 7、接近开关

图 4.1 速度换接回路实验原理图

1.减压阀

在气动系统中,一般来说由空气压缩机先将空气压缩,储存在储气罐内, 然后经管路输送给各个气动装置使用。储气罐的空气压力往往比设备实际所 需要的压力高些,因此需要减压阀进行减压,并使减压后的压力稳定在所需 压力值上。图 7-4 为减压阀的工作原理、职能符号和实物图。气动系统的二 联件或者三联件中就有减压阀,因而减压阀很少单独使用,系统压力由二联 件或者三联件调节控制。



图 4.2 直动式减压阀

2.快速排气阀

快速排气阀是为了使气缸快速排气,加快气缸的运动速度而设置的。 一般安装在换向阀和气缸之间,属于方向控制阀中的派生阀。图 7-5 为快速 排气阀的工作原理图,当进气口1进入压缩空气,使密封活塞上移,封住排 气口3,这时工作口2有压缩空气输出;当工作口2有压缩空气输入时,密 封活塞下移,封住进气口1,而使工作口与排气口相连,气体快速排出。



图 4.3 快速排气阀

3.双压阀

在折弯机气动系统中,要求工件到达预定位置后,按下按钮气缸才能动 作。转运站的产品拾取气动回路也有这样的要求,像这种有一定的"与"逻 辑含义的控制,在实际中经常用双压阀来完成。图 4.4 为双压阀的工作原理 图,双压阀有两个进气口1和一个工作口2,当仅有一个进气口(图4.4.a和 图4.4.b)进气时,压缩空气推动阀心,封住压缩空气的通道,使工作口2 没有压缩空气输出。若两个进气口同时有压缩空气输入,且气压相同时,阀 心封住一个通道而总有另一个进气口与工作口相通,使工作口2有压缩空气 输出(图4.4.c)。若两个进气口的输入压力不同,那么压力高的那一端推动 阀心移动,使压力低的一端进气口与工作口相连,工作口就输出低压力的压 缩空气。双压阀的控制功能也可以用两个换向阀串联来实现。



图 4.4 双压阀

4.梭阀

梭阀相当于两个单向阀的组合阀,如图 4.5 所示。梭阀有两个输入口, 一个输出口。不管压缩空气从哪一个进气口进入时,阀心将另一面的进气口 封闭,使工作口 2 有压缩空气输出。若两端进气口的压力不等,则高压口的 通道打开,低压口被封闭,高压进气口与工作口相连,工作口 2 输出高压的 压缩空气。梭阀具有一定的"或"逻辑功能,即任何一端有信号输入,就有 信号输出,所以它常用于一个执行元件或控制阀需要从两个或更多的位置来 驱动的场合。像料仓工件传送气动系统中,操作人员按下按钮,气缸可伸出; 或者操作人员踏下一个踏板开关时,则送料气缸也能伸出。



图 4.5 梭阀

5.方向控制阀

方向控制阀种类繁多,操纵方式多样,与液压阀类似,气控换向阀应用 较多。

6.气动元件的连接方法

连接气动回路时,都是使用即插即用的方法把各个气动元件连接起来的, 只要按照气动回路元件的顺序连接即可。拆卸管子时,先将管接头的卡口轻 轻按下,然后拔出管子。

#### 五、实验步骤

1.认识气动元件,然后根据实验的需要选择元件,包括单杆双作用气缸、 单向节流阀、二位三通单电磁换向阀、二位五通单电磁换向阀、三联件、接 近开关、连接软管等。并检验元件的实用性能是否正常。

2.看懂原理图,根据原理图动手搭建实验回路。

3.连接二位五通单电磁换向阀和二位三通单电磁换向阀(或机械阀)以 及接近开关的电源。

4.确认回路、电气控制连接、安装正确稳妥后,把三联件的调压旋钮旋 松,通电开启气泵。待泵工作正常后,再次调节三联件的调压旋钮,使回路 中的压力在系统工作压力以内。

5.电磁换向阀得电时,压缩空气经过三联件、电磁换向阀、单向节流阀 进入缸的左腔,活塞在压缩空气的作用向右运动,此时缸的右腔空气经过二 位三通电磁阀再经过二位五通电磁阀排出。

6.当活塞杆接触到接近开关时,二位三通电磁阀失电换位,右腔的空气 只能从单向节流阀排出,此时只要调节单向节流阀的开口就能控制活塞运动 的速度。从而实现了一个从快速运动到较慢运动的换接。

7.而当二位五通电磁阀右位接入时可以实现快速回位。

8.实验完毕后,关闭泵,切断电源,待回路压力为零时,拆卸回路,清 理元器件并放回规定的位置。

#### 六、实验操作注意事项

1.因实验元器件结构和用材的特殊性,在实验的过程中务必注意稳拿轻 放防止碰撞;在回路实验过程中确认安装稳妥无误才能进行加压实验。

2.做实验之前必须熟悉元器件的工作原理和动作条件,掌握快速组合的 方法,绝对禁止强行拆卸,不要强行旋转各种元器件的手柄,以免造成人为 损坏。

3.严禁带负载启动(要将溢流阀逆时针旋松动),以免造成安全事故。

4.学生做实验时,系统压力不得超过额定压力 2MPa。

5.实验之前一定要了解本实验系统的操作规程,在老师的指导下进行, 切勿盲目进行实验。

6.实验过程中,发现回路中任何一处有问题时,应立即切断气源,并向 老师汇报情况,只有当回路释压后才能重新进行实验。

8.实验完毕后,要清理好元器件,注意搞好元器件的保养和实验台的清 洁。

# 七、数据记录、处理与分析

1.实验数据记录

列出你所看到的实验台气动元件库中的各个气动元件,包括名称、型号 等;

记录动作顺序表

#### 2. 结果与分析

(1) 怎样用其它的方法去实现速度的换接?

(2) 如果使用按钮阀,怎样实现? 画出气动系统原理图。

(3) 如果要实现双向调速,怎样实现? 画出气动系统原理图。

#### 3. 实验结论

气动元件通过气体的压强或膨胀产生的力来做功的元件,即将压缩空气的弹性能量转换为动能的机件。如气缸、气动马达、蒸汽机等。气动元件是 一种动力传动形式,亦为能量转换装置,利用气体压力来传递能量。 气动速度换接是一种高效、灵活的技术手段,广泛应用于机械加工、航 空航天、轻工制造等领域。它通过精确控制气路,实现气动设备运动速度的 快速调整。在机械加工中,气动速度换接能有效解决输出速度不匹配的问题, 提升生产效率;在航空航天领域,它则能确保精密操作的稳定性和安全性。 此外,气动速度换接还具有省时省力、方便快捷的优点,操作人员只需简单 操作即可实现速度的快速切换。同时,由于气动系统本身具有响应迅速、动 作可靠的特点,气动速度换接也具有较高的可靠性和稳定性。因此,气动速 度换接技术在现代工业生产中发挥着越来越重要的作用。

# 实验五 气动回路设计实验

#### 一、实验目的

1.掌握气动系统设计方法,绘制气动系统原理图;

2.熟悉气动元件及其选用,学会气动元件的连接方法,组成气动回路;
3.学会气动回路的调试方法。

#### 二、实验内容

选择一个系统进行气动回路设计,拟定气动系统原理图,根据气动系统 原理图选择合适的气动元件,写出系统所采用的元件名称及型号。并在实验 台上连接各个气动元件,搭接气动回路,构造回路和系统。对回路进行调试, 实现系统功能。

### 三、实验仪器

实验台可以使用的气动元件如表 5.1 所示。

序号	物品名称	数量	单位	备注
1	单作用气缸(弹簧回位)	1	只	
2	双作用气缸(单出杆)	2	只	
3	气动三联件	1	只	
4	二位三通电磁阀(常开)	1	只	
5	二位三通电磁阀(常闭)	1	只	
6	二位五通电磁阀(单)	2	只	
7	二位五通电磁阀(双)	1	只	
8	三位五通电磁阀(中封式)	1	只	
9	二位五通气控换向阀(单)	2	只	
10	二位五通气控换向阀(双)	3	只	
11	二位五通手动换向阀	2	只	
12	机械阀(滚轮式)	2	只	
13	机械阀(按钮式)	1	只	
14	减压阀(带压力表)	1	只	
15	顺序阀	1	只	

#### 表 5.1 实验可以选用的气动元件清单

16	或门电磁阀(梭阀)	3	只	
17	与门电磁阀(双压阀)	2	只	
18	快速排气阀	2	只	
19	单向节流阀	2	只	
20	单向止回阀	2	只	
21	接近开关	4	只	
22	接近开关支架	4	套	
23	磁性开关	4	只	
24	″T″型三通	5	只	
25	四通	2	只	
26	气管	若干	条	

### 四、实验原理

一般情况下,气动系统回路的设计要解决好以下几个问题:系统压力的 调节与控制问题,气缸快速运动的问题,气缸工作时速度的控制问题,工件 及活塞杆伸出位置的控制以及按钮协调的问题。在气动控制中,一般用减压 阀完成系统压力的调节与控制;用快速排气阀来控制气缸的快速运动;按照 逻辑关系,可用双压阀或梭阀来协调控制启动按钮与工件位置的控制;位置 控制可以使用行程阀、行程开关、接近开关、磁性开关等等以及其他控制方 式。

1.转运站的产品拾取气动回路的设计与调试

一个转运站如图 5.1 所示,通过传送带输送产品,如果确认产品已经到 位,操作人员按下按钮,则拾取气缸 1A1 伸出。一旦按钮松开,气缸 1A1 复位。为了适应不同工件的要求,系统工作压力可以调节,气缸工作速度可 以调节。



图 5.1 转运站传送带输送产品示意图

2.料仓的工件传送气动回路的设计与调试

用一个气缸来传送从料仓下来的工件,如图 5.2 所示。当操作人员按下 按钮或踏下一个踏板开关时,则送料气缸 1A1 伸出。一旦气缸活塞完全伸出, 活塞即自动返回初始位置。为了适应不同工件的要求,系统工作压力可以调 节,气缸工作速度可以调节。



图 5.2 料仓的工件传送示意图

3.折弯机折弯气动回路的设计与调试

图 5.3 为折弯机的工作原理图,当工件到达规定位置时(a2 位置),如 果按下启动按钮,折弯气缸 1A1 将伸出,将工件按设计要求折弯(a1)位置, 然后快速退回,完成一个工作循环;如果工件未达到指定位置时(a2 位置), 即使按下按钮气缸也不动作。另外,为了适应加工不同材料或直径工件的要 求,系统工作压力可以调节,气缸工作速度可以调节。



图 5.3 折弯机工作原理图

#### 五、实验步骤

1.按要求设计气动系统,绘制气动系统原理图草图;(要求实验前预习时 画出)

2.按需要选择气压元件;

3.在实验台上,根据系统原理图联接管道,构建气动回路和系统;

4.绘制电气控制图,并连接线路;

5.检查气动回路与电气控制的正确性。并经老师容许后方可进行下一步;6.接通压缩空气源;

7.对所搭接的气动回路进行调试,实现所要求的调速功能和动作;8.拆卸,并将元件放回原位。

### 六、实验操作注意事项

1.因实验元器件结构和用材的特殊性,在实验的过程中务必注意稳拿轻 放防止碰撞;在回路实验过程中确认安装稳妥无误才能进行加压实验。

2.做实验之前必须熟悉元器件的工作原理和动作条件,掌握快速组合的 方法,绝对禁止强行拆卸,不要强行旋转各种元器件的手柄,以免造成人为 损坏。

3.严禁带负载启动(要将溢流阀逆时针旋松动),以免造成安全事故。

4.学生做实验时,系统压力不得超过额定压力 2MPa。

5.实验之前一定要了解本实验系统的操作规程,在老师的指导下进行,

切勿盲目进行实验。

6.实验过程中,发现回路中任何一处有问题时,应立即切断气源,并向 老师汇报情况,只有当回路释压后才能重新进行实验。

8.实验完毕后,要清理好元器件,注意搞好元器件的保养和实验台的清 洁。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录

(1) 设计气动系统, 画出气动系统原理图, 对系统性能进行初步分析;

(2)列出所选用的主要元件明细表,包括名称、型号等;

(3) 说明你所设计的气动回路的工作原理;

(4) 叙述实验所用主要气动元件的作用。

#### 2. 结果与分析

(1) 与液压传动相比, 气压传动有何特点?

(2) 气动系统中为何要有三联件,包括什么(次序按照使用时的气体 流动方向)?

#### 3. 实验结论

有关内容,按照给出的设计目标,设计合理的气动系统原理图;

利用现有气动元件,选择合适的元件并在实验台上连接这些元件,搭接 气动回路,实现系统功能,系统掌握了气压传动知识,综合提升了动手能力。

# 《机械设计》实验

- 实验一 机械设计结构展示与分析
- 实验二 单级/多级机械传动装置性能参数测试
- 实验三 减速器拆装

# 实验一 机械设计结构展示与分析

#### 一、实验目的

1. 了解常用联接件、轴系零部件的类型和结构,掌握其特点与应用。

2. 了解常用机械传动的类型、工作原理、组成结构及失效形式。

3. 了解常用润滑剂及密封装置的类型、工作原理和组成结构。

4. 观察了解机械零部件的工作原理,加深与扩展理论教学内容。

5. 观察了解机械零件的失效形式,掌握机械设计的基本准则。

#### 二、实验内容与要求

1. 常用联接件、轴系零部件

(1)了解螺纹联接、键联接、花键联接、销联接的常用类型、结构形式、 工作原理、受力情况、装配方式、防松原理及方法、失效形式及应用场合等。

(2)了解轴、轴承、联轴器与离合器等轴系零部件的类型、结构特点、工作原理、装配型式、常用材料、失效形式及应用场合等。

2. 机械传动

(1)了解各种带传动的类型、结构特点、工作原理、运动特性、张紧方法 及失效形式等。

(2)了解齿轮传动的类型、常用材料、加工原理、结构形式、工作原理、 受力分析及失效形式等。

(3)了解蜗杆传动的类型、常用材料、结构形式、工作原理、受力分析、 自锁现象及失效形式等。

(4)了解链传动的类型、结构形式、工作原理、运动特性及失效形式等。

(5)了解螺旋传动的类型、结构形式、工作原理、运动特性及失效形式等。

(6)了解摩擦轮传动的类型、结构形式、工作原理、运动特性及失效形式等。

3. 润滑剂及密封装置

(1)了解润滑剂的类型、功用性能参数及应用场合等。

(2)了解润滑装置的类型、功用及应用场合等。

#### 三、实验装置

1
实验装置采用机械基础实验教学示范中心机械展示厅陈列的机械设计 陈列柜及实验示范中心配备的各种零部件、机械装置、现代机械产品:①联 接件;②轴;③滚动轴承;④滑动轴承;⑤润滑与密封;⑥联轴器与离合器; ⑦带传动;⑧齿轮传动;⑨蜗杆传动;⑩链传动;⑩螺旋传动;⑥现代机械 等。

### 四、实验原理

#### 1. 常用联接件、轴系零部件

(1)联接及联接件。

机械是由各种不同的零件按一定的方式联接而成的。根据使用、结构、 制造、装配、维修和运输等方面的要求,组成机器的各零件之间采用了各种 不同的联接方式。

机械联接按照机械工作时被联接件间的运动关系,分为动联接和静联接 两大类。被联接件间能按一定运动形式作相对运动的联接称为动联接,如花 键、螺旋传动等;被联接件间相互固定、不能作相对运动的联接称为静联接, 如螺纹联接、普通平键联接等。

按照联接件拆开的情况不同,联接分为可拆联接和不可拆联接。允许多 次装拆无损于使用性能的联接称为可拆联接,如螺纹联接、键联接和销联接 等;必须破坏联接中的某一部分才能拆开的联接称为不可拆联接,如焊接、 铆接和粘接等。

按照传递载荷的工作原理不同,联接又可分为力闭合(摩擦)、形闭合(非 摩擦)和材料锁合的联接形式。力闭合(摩擦)联接靠联接中配合面间的作用力 (摩擦力)来传递载荷,如受拉螺栓、过盈联接等;形闭合(非摩擦)联接通过联 接中零件的几何形状的相互嵌合来传递载荷,如平键联接等;材料锁合联接 利用附加材料分子间作用来传递载荷,如粘接、焊接等。

①螺纹联接。

螺纹联接是利用螺纹零件构成的一种应用极为广泛的可拆联接。

根据螺纹牙的形状,螺纹可分为矩形、梯形、三角形和锯齿形等。

根据螺旋线的绕行方向,螺纹可分为左旋螺纹和右旋螺纹两种。在机械 中一般采用右旋螺纹。

根据螺旋线的数目,螺纹又可分为单线螺纹和多线螺纹。单线螺纹常用 于联接,多线螺纹常用于传动。

根据螺纹分布的位置,螺纹可分为外螺纹和内螺纹。内、外螺纹旋合组成的运动副称为螺纹(螺旋)副。

螺纹(螺旋)副的效率为:

$$\eta = \frac{\tan \lambda}{\tan(\lambda + \rho_v)}$$

式中, λ为螺纹的升角, ρv为当量摩擦角。 螺纹(螺旋)副的自锁条件为:

#### $\lambda \leq \rho_{v}$

螺纹联接件多为标准件,常用的有螺栓、双头螺柱、螺钉和紧定螺钉等。 螺纹联接的防松措施按防松原理分为摩擦防松、机械防松、粘合防松和 破坏螺纹副关系防松等方式。

②键联接。

键联接由键、轴与轮毂所组成,主要用来实现轴与轴上零件(如齿轮、联 轴器等)之间的周向固定,以传递转矩;其中,有些键联接还能实现轴向固定 以传递轴向载荷;有些则能构成轴向动联接。

键联接是标准件,其主要类型有:平键、半圆键、楔键和切向键等几大 类。

③花键联接。

花键联接是由周向均布多个键齿的花键轴和具有相应键齿槽的轮毂孔 相配合而组成的可拆联接。花键联接为多齿工作,工作面为齿侧面,其承载 能力高,对中性和导向性能好,对轴和毂的强度削弱小,适用于载荷较大、 对中性要求较高的静联接和动联接。

花键联接按其齿的形状不同,常用的有矩形花键和渐开线花键两种。两 者均已标准化。

④销联接。

销联接主要用作装配定位,也可用作联接(传递不大的载荷)、防松以及 安全装置中的

过载剪断元件。

常用的销联接类型有:圆柱销、圆锥销、销轴、带孔销、开口销和安全 销等,其均已标准化。

(2)轴系零部件。

①轴。

轴主要用于支承做回转运动的零件,传递运动和动力,同时又受轴承支 承,是机械中必不可少的重要零件。

根据所受的载荷的不同,轴可分为转轴(同时承受弯矩和转矩)、心轴(只承受弯曲,不传递转矩)和传动轴(主要承受转矩;不承受或只承受较小弯矩)3 类。

根据轴线形状的不同,轴还可分为直轴、曲轴和软轴。直轴应用最广, 它包括外径相同的光轴和各段直径变化的阶梯轴。

②轴承。

轴承是支承轴颈的部件,有时也用来支承轴上的回转零件。根据轴承工 作时的摩擦性质,轴承可分为滑动轴承和滚动轴承两类。

◆滑动轴承

滑动轴承工作时的摩擦性质为滑动摩擦,组成其摩擦副的运动形式为相 对滑动,因此摩擦、磨损就成为滑动轴承中的主要问题。为了减小摩擦、减 轻磨损,通常应采用润滑手段。根据润滑情况,滑动轴承分为完全润滑(液体 摩擦)轴承和非完全润滑(非液体摩擦)轴承两大类。滑动轴承的结构主要有整 体式、剖分式和调位式等。

轴瓦是滑动轴承中直接与轴颈接触的零件,其工作表面既是承载面又是 摩擦面,是滑动轴承的核心零件。轴承衬是为改善轴瓦表面的摩擦性质和节 省贵金属而在其内表面上浇注的减摩材料。

轴瓦的主要失效形式是磨损和胶合,此外还有疲劳破坏、腐蚀等。

轴瓦和轴承衬的材料统称为轴承材料。常用的轴承材料为:轴承合金(巴 氏合金)、青铜、多孔质金属、铸铁、塑料等。

◆滚动轴承

滚动轴承工作时的摩擦性质为滚动摩擦,具有摩擦阻力较小、启动灵活、 效率高、组合简单、运转精度较高、润滑和密封方便、易于互换、使用及维

护方便等优点,在中速、中载和在一般工作条件下运转的机械中应用广泛。

滚动轴承是标准件,其通常由外圈、内圈、滚动体和保持架构成。滚动体是滚动轴承的核心元件,其主要类型有球、圆柱滚子、圆锥滚子、球面滚 子和滚针等。

滚动轴承的主要失效形式是点蚀、塑性变形和磨损,此外还有电腐蚀、 锈蚀、元件破裂等。

③联轴器与离合器。

◆联轴器

联轴器是联接两轴使之一起回转并传递转矩的部件,其特点是只有在机器停机后用拆卸的方法才能实现两轴分离。

联轴器的类型较多,部分已标准化。联轴器按内部是否包含弹性元件可 分为刚性联轴器和弹性联轴器,按被联接两轴的相对位置及其变动情况又可 分为固定式联轴器和可移式联轴器。

常用的刚性固定式联轴器有凸缘联轴器、套筒联轴器、夹壳联轴器等; 常用的刚性可移式联轴器有牙嵌联轴器、齿式联轴器、滚子链联轴器、滑块 联轴器和万向联轴器等。

常用的弹性联轴器有弹性套柱销联轴器、弹性柱销联轴器、弹性柱销齿 式联轴器、梅花形弹性联轴器、轮胎式联轴器、蛇形弹簧联轴器、簧片联轴 器和弹簧联轴器等。

◆离合器

离合器是实现两轴的联接并传递运动及转矩的部件,其特点是在机器运转中可根据需要随时将两轴分离或结合。

离合器的类型较多,根据离合方法不同可分为操纵离合器和自动离合器 两大类;根据操纵方法不同又分为机械操纵离合器和液压操纵离合器、气压 操纵离合器和电磁操纵离合器;根据离合件的工作原理分为嵌合式离合器和 摩擦式离合器。

常用的操纵离合器有牙嵌式离合器、齿式离合器、销式离合器、圆盘摩 擦离合器、圆锥摩擦离合器和磁粉离合器等。

常用的自动离合器有安全离合器、离心离合器以及超越离合器等。

2. 机械传动

传动装置作为将动力机的运动和动力,传递或变换到工作机的中间环节, 是大多数机器不可缺少的主要组成部分。

常用的机械传动类型有带传动、齿轮传动、蜗杆传动、链传动、螺旋传动和摩擦轮传动等。

(1)带传动

带传动是在两个或多个带轮间用带作为挠性拉曳元件的传动,工作时借助带与带轮间的摩擦力或啮合来传递运动或动力 j 带传动一般由主动带轮、从动带轮和传动带轮组成。

根据工作原理不同,带传动可分为摩擦带传动和啮合带传动。

根据带的截面形状不同,摩擦带传动可分为平带传动、V带传动、圆带 传动和多楔带传动等。

平带传动结构简单, 传动效率较高, 带轮也容易制造, 在传动中心距较 大的场合应用较多; V 带传动是应用最广的带传动, 在同样的张紧力下, V 带传动较平带传动能产生更大的摩擦力; 圆带传动的牵引能力较小, 常用于 仪器及低速、轻载、小功率的机器中; 多楔带传动兼有平带和 V 带传动的优 点, 工作接触面数多、摩擦力大、柔韧性好, 用于结构紧凑而传递功率较大 的场合。

摩擦带传动具有结构简单、运转平稳、无冲击和噪声、缓冲吸振、过载 保护、不能保持准确的传动比(存在弹性滑动)、效率较低、压轴力较大、制 造安装方便、成本低、适于远距离传动等特点。

摩擦带传动的主要失效形式是带的磨损、疲劳破坏和打滑。

啮合带传动依靠带的凸齿与带轮外缘上齿槽的啮合,传递运动和动力。 同步带传动属于啮合带传动。同步带传动有梯形齿和圆弧齿两类,其兼有带 传动和齿轮传动的优点,传动效率高、吸振、传动比准确,在汽车、机电工 业中广泛应用。

(2)齿轮传动

齿轮传动是靠主动轮与从动轮轮齿之间的相互啮合来传动的,具有适用 范围广、瞬时传动比准确、结构紧凑、传动效率高、可传递任意两轴间的运 动和动力、工作可靠、寿命长、制造费用较高、不适于中心距大的场合等特 点,是机械传动中应用最广泛的一种传动形式。

用于平行轴的齿轮传动类型有:外啮合直齿圆柱齿轮传动、外啮合斜齿 圆柱齿轮传动、外啮合人字齿圆柱齿轮传动、齿轮齿条传动、内啮合圆柱齿 轮传动。

用于相交轴的齿轮传动类型有:直齿锥齿轮传动、斜齿锥齿轮传动、曲 齿锥齿轮传动。

用于交错轴的齿轮传动类型有:交错轴斜齿轮传动、准双曲面齿轮传动。

齿轮传动的失效形式:轮齿折断、齿面接触疲劳磨损(齿面点蚀)、齿面 胶合、齿面磨粒磨损、齿面塑性流动等。

齿轮的常用材料及其热处理方式:制造齿轮最常用的材料是钢(锻钢、铸钢等),钢的品种很多,且可通过各种热处理方式获得适合工作要求的综合性能。其次是铸铁、有色金属及非金属材料(塑料尼龙等);常用的热处理方法 有整体淬火、表面淬火、渗碳淬火、氮化处理及正火和调质等。

(3)蜗杆传动

蜗杆传动用于传递交错轴之间的运动和动力,通常两轴在空间是相互垂 直的。传动中一般常以蜗杆为主动件。蜗杆传动具有结构紧凑、重量轻、噪 音小、工作平稳(兼有斜齿轮与螺旋传动的优点)、冲击振动小、传动比大且 准确、可以实现自锁、滑动速度较大、效率较低、制造成本较高、加工较困 难等特点,广泛应用在机床、汽车、仪器、起重运输机械、冶金机械以及其 他机械制造部门中。

根据蜗杆形状不同,蜗杆传动可分为圆柱蜗杆传动、环面蜗杆传动和锥 蜗杆传动3类。

圆柱蜗杆又可分为阿基米德蜗杆(ZA型)、渐开线蜗杆(ZI型)、法向直廓 蜗杆(ZN型)等多种类型。

蜗杆传动的失效形式:齿面接触疲劳磨损(齿面点蚀)、齿面胶合、齿面 磨粒磨损、轮齿折断等。在一般情况下蜗轮的强度较弱,失效主要发生在蜗 轮上。又由于蜗杆与蜗轮之间的相对滑动速度较大,更容易产生胶合和磨损。

蜗杆传动的常用材料及其热处理方式:制造蜗杆的常用材料为碳钢和合金钢,热处理方式首选淬火或调质(缺少磨削设备时)。制造蜗轮;(齿冠部分)的常用材料为铸锡青铜、铸铝青铜、铸铝黄铜及灰铸铁和球墨铸铁等。

(4)链传动

链传动是在两个或多个链轮之间用链条作为挠性拉曳元件的一种啮合 传动,工作时靠链条与链轮齿的啮合来传递运动或动力。链传动一般由主动 链轮、从动链轮和传动链组成。链传动具有工作可靠、传动效率高、适于远 距离传动、运动平稳性较差(多边形效应)、振动和噪音较大等特点,广泛应 用于农业、采矿、冶金、起重、运输、化工以及其他机械的动力传动中。

根据工作性质不同,链可分为传动链、起重链和曳引链3种。传动链按 结构不同分为滚子链、套筒链、齿形链、成型链等类型,主要用作一般机械 传动;起重链和曳引链分别主要用于起重机械和运输机械。

链传动的主要失效形式是链条元件的疲劳破坏、铰链磨损、胶合、冲击 破坏、过载拉断和链轮轮齿磨损等。

(5)螺旋传动

螺旋传动主要用来实现变回转运动为直线运动,同时传递能量或力,也 可用以调整零件的相互位置。螺旋传动由螺杆(或称螺旋)、螺母和机架组成。

螺旋传动按螺纹副的摩擦情况分为滑动螺旋、滚动螺旋和静压螺旋;按 其用途分为传力螺旋传动、传导螺旋传动和调整螺旋传动3种类型。传力螺 旋传动以传递力为主,可用较小的力矩转动产生轴向运动和大的轴向力;传 导螺旋传动以传递运动为主,要求有较高的传动精度,可在较长时间内连续、 高速工作;调整螺旋传动主要用于调整或固定零部件间的相对位置,一般不 经常转动。

(6)摩擦轮传动

摩擦轮传动是由两个或多个相互压紧的摩擦轮组成的一种摩擦传动,工 作时靠摩擦轮接的摩擦力来传递运动或动力。摩擦轮传动一般由主动摩擦轮、 从动摩擦轮和机架组成。

摩擦轮传动按照摩擦轮形状不同分为圆柱摩擦轮传动、圆锥摩擦轮传动 和平盘摩擦轮传动。圆柱摩擦轮传动又有圆柱平摩擦轮传动和圆柱槽摩擦轮 传动之分。

摩擦轮传动具有制造简单、运转平稳、无冲击和噪声、能无级变速及过载保护j不能保持准确的传动比(存在弹性滑动、几何滑动)、效率较低、压轴力较大、必须采用压紧装置等特点。

#### 3. 润滑剂及密封装置

(1)润滑剂。

润滑剂的主要作用是降低摩擦、减小磨损、提高效率、延长机件的使用 寿命,同时还起到冷却、缓冲、吸振、防尘、防锈、排污等作用。机械中常 用的润滑剂主要有润滑油、润滑脂和固体润滑剂。

①润滑油

目前工业常用的润滑油为矿物润滑油和合成润滑油。矿物润滑油是由多 种烃类的混合物加入添加剂组成的,其原料充足、成本低廉、性能稳定,应 用广泛;合成润滑油是由具有特定分子结构的单体聚合后加入添加剂配成的, 其具有突出的特性,如耐氧化性、耐高低温、抗燃等,但价格昂贵,在航空 工业中应用较多。

润滑油的主要性能指标是:粘度、粘度指数、粘压特性、极压性能、抗 氧化安定性、闪点、凝固点、倾点等,其中粘度是最重要的质量指标,是衡 量润滑油粘性的指标,也是大多数润滑油牌号区分的标志。

②润滑脂

润滑脂是由润滑油、稠化剂和添加剂等制成的一种凝胶状分散体系,是 一种半固体润滑材料。使用润滑脂最大优越性是不需要经常更换,其稠度大、 粘附性好、受温度影响小、承载力较强,但其流动性差、启动阻力大、不能 循环使用。

润滑脂的主要性能指标是: 锥入度、滴点、氧化安定性等, 其中锥入度 是最重要的性能指标, 它表示润滑脂内的阻力大小和流动性的强弱。

③固体润滑剂

固体润滑剂是在两摩擦表面间用固体粉末、薄膜或固体复合材料等代替 润滑油或润滑脂,以达到减少摩擦与磨损的目艇其特点为:使用温度高、承 载能力强、边界润滑优异、耐化学腐蚀性好,但导热散热性差、摩擦系数大。

固体润滑剂的材料有无机化合物(石墨、二硫化钼等)、有机化合物(聚四氟乙烯、酚醛树脂等)和金属(Pb、Sn、Zn等)以及金属化合物。

(2)密封装置

密封装置是机器和设备的重要组成部分。其主要目的是防止润滑剂的泄漏以及防止灰尘、水分及其他杂物浸入机器和设备内部。

密封的分类方法较多,按密封流体状态分类有气体密封、液体密封;按

设备种类分类有压缩机密封、泵用密封、釜用密封;按密封面的运动状态分 类有静密封和动密封,动密封件又可分为接触式和非接触式密封等。

#### 五、实验步骤与方法

 认真观察机械展示厅陈列的机械设计陈列柜配备的各种零部件、机械 装置、现代机械产品等,聆听内容解说、观看工作过程。

2. 根据实验要求,完成实验报告与思考题。

#### 思考题

1. 常用机械联接的基本类型有哪些?各适用于什么场合?

螺纹联接防松的意义与基本原理是什么?常用防松装置的原理有哪些?

3. 轴的作用是什么?转轴、心轴、传动轴有什么区别?

4. 轴承的基本功用及类型有哪些?各有何特点?

5. 联轴器与离合器的功用是什么?基本类型有哪些?

6. 简述带传动的基本组成与分类方式?

7. 齿轮传动有哪些类型?各有何特点?齿轮传动的主要失效形式有哪些?

8. 蜗杆传动的主要类型有哪些?与齿轮传动相比,蜗杆传动有何特点?

9. 链传动的工作原理是什么?其特点和应用场合怎样?

10. 密封装置的基本功用和类型有哪些?

注:

(10题选择5题进行回答,写到实验报告中)

# 实验二 单级/多级机械传动装置性能

# 参数测试

#### 一、实验目的

掌握转速、转矩、传动功率、传动效率等机械传动性能参数测试的基本原
 理和万法。

2. 通过实验, 了解各种单级机械传动装置的特点, 对各种单级机械传动装置 的传动功率大小范围有定量的认识。

3. 通过实验,了解带传动、链传动、连杆、减速器中的在传递运动与动力过程中的参数曲线(速度曲线、转矩曲线、传动比曲线、功率曲线及效率曲线等),加深对常见机械传动性能的认识和理解。

4. 了解 JLC-A 系列综合设计型机械设计实验装置的基本构造及其工作原理。

#### 二、实验设备

本实验在"机械传动性能综合测试实验台"上进行。本实验台采用模块化结构,由不同种类的机械传动装置、联轴器、变频电机、加载装置和工控机等模块 组成,学生可以根据选择或设计的实验类型、方案和内容,自己动手进行传动连 接、安装调试和测试,进行设计性实验、综合性实验或创新性实验。

本实验台的传感器测量精度高,能满足教学实验与科研生产试验的实际需要。 机械传动性能综合测试实验台采用自动控制测试技术设计,所有电机自动起停, 转速自动调节,负载自动调节,整台设备能够自动进行数据采集处理,自动输出 实验结果,是高度智能化的产品。机械设计综合实验台的控制系统如图1所示。



图 1 实验装置基本构造图

#### 三、实验原理和方法

1. 传动效率η及其测定方法

效率η表示能量的利用程度。在机械传动中,输入功率 P<sub>i</sub>应等于输出功率 P<sub>0</sub>与损耗 功率 P<sub>f</sub>之和,即

$$P_i = P_0 + P_f \tag{1-1}$$

式中, $P_i$ 为输入功率,kW; $P_0$ 为输出功率,kW; $P_f$ 为损耗功率,kW。则传动 效率 n 定义为

$$\eta = \frac{P_0}{P_i} \tag{1-2}$$

由力学知识知,轴传递的功率可按轴的角速度和作用于轴上的力矩由下式求得:

$$P = M\varpi = \frac{2\pi n P_0}{60 \times 1000} M = \frac{\pi n}{30000} M \tag{1-3}$$

式中,P为轴传递的功率,kW;M为作用于轴上的力矩,N•m;ω为轴的角速度,rad;n为轴的转速,r/min。

则传动效率n可改写为

$$\eta = \frac{M_o n_0}{M_i n_i} \tag{1--4}$$

由此可见,若能利用仪器测出机械传动装置的输入转矩和转速以及输出转矩 和转速,就可以通过式(1-4)计算出传动装置的传动效率<sup>*η*</sup>。

在本实验中,采用转矩转速传感器来测量输入转矩和转速以及输出转矩和转速。控制原理和加载原理如图 2、图 3 所示。

2. 带传动的滑动率测定及预紧力控制与测定

带传动是以带作为挠性拉曳元件并借助带与带轮间的摩擦力来传递运动或 动力的一种摩擦传动。其主要特点是能缓和冲击、吸收振动、运转平稳、噪声小、 结构简单,过载时将引起带在带轮上打滑,因而具有过载保护作用,适用于中心 距较大的工作条件。但由于带传动工作时存在弹性滑动,导致其传动效率降低, 并造成速度损失,而不能保持准确的传动比,而且带传动的外廓尺寸较大,工作 前需要张紧,故其轴上受力较大。

(1)带传动的弹性滑动、打滑现象及其滑动率的测定。

由于带是弹性体,它在受力不同时的变形(伸长)量不等;而带在工作时,紧 边和松边的拉力不同,这就形成了拉力差及相应的变形差,进而造成带在绕过带 轮时,在摩擦力的作用下,其在主动轮部位出现带轮的线速度大于带的线速度, 而在从动轮部位出现带轮的线速度小于带的线速度的现象,这种现象称为带的弹 性滑动。由于带传动是摩擦传动,摩擦力是这类传动所必需的,所以弹性滑动是 不可避免的,是带传动的固有特性。

带的弹性滑动通常以滑动率 ε 来衡量,其定义为

$$\varepsilon = \frac{v_1 - v_2}{v_1} = \frac{n_1 D_1 - n_2 D_2}{n_1 D_1} \tag{1-5}$$

式中,vl、v2为主、从动轮的圆周速度,m/s;n1、n2为主、从动轮的抟速,r/min,;D1、D2为主、从动轮的直径,m。

因此,只要能测得带传动主、从动轮的转速以及带轮直径,就可以通过式(1 - 5)计算出带传动的滑动率 e。

带传动的滑动率 ε 一般为1%~2%; 当 ε >3%时,带传动将开始打滑。

带传动工作过程中,当载荷大到使弹性滑动扩展到整个带与带轮的接触弧时, 带在带轮上开始全面滑动,这种现象就称为打滑。打滑时带的磨损急速加剧,传 动效率急剧下降,从动轮转速急剧降低甚至停止转动,致使传动失效。打滑现象 对于正常工作的带传动来说是不希望发生的,应予以避免(用作过载保护时除外)。

带传动的主要失效形式是带的磨损、疲劳破坏和打滑。带的磨损是由于带与 带轮间的弹性滑动引起的,是不可避免的;带的疲劳破坏是由于带在工作中所受 的交变应力引起的,与带传动的载荷大小、工作状况、运行时间、带轮直径等因 素有关,也是不可避免的;而带的打滑是由于载荷超过带的极限工作能力而产生 的,是可以避免的。



图 2 实验装置的控制原理框图



图 3 实验装置的数据采集级加载原理框图

(2)带的预紧力控制与测定。(供辅助参考)

带传动在工作前需进行张紧,而预紧力的大小是保证带传动能否正常工作的 重要条件。预紧力不足,则带与带轮间的极限摩擦力小、传动能力低、容易发生 打滑;预紧力过大,又会使带的寿命降低、轴和轴承上的压力增大。

单根 V 带最合适的预紧力 Fn 可按下式计算:

$$F_0 = 500 \left(\frac{2.5}{K_a} - 1\right) \frac{P_d}{zv} + mv^2$$
(1-6)

式中,K a 为小带轮包角修正系数;Pd 为设计功率,kW;z 为 V 带的根数; m 为 V 带每米长的质量,kg / m;可为带速,m / s。 在带传动中,为了测定预紧力 F0,通常是在带与带轮的切边中点处加一垂 直于带边的载荷 G,使其产生规定的挠度厂(使切边长每 100 mm 产生 1.6 mm 的挠度 f)来控制,如图 4 所示。



图 3 带传动预紧力的控制

图中切边长£可以实测,或用下式计算:

$$t = \sqrt{a^2 - \frac{(D_2 - D_1)^2}{4}} \quad (mm) \tag{1-7}$$

式中,盘为两轮轴间距,mm。

切边长t在载荷G作用下产生的挠度f为

$$f = \frac{1.6t}{100} \,(\mathrm{mm}) \tag{1-8}$$

载荷 G 值可由下式计算:

新安装的 V 带: 
$$G = \frac{1.5F_0 + \Delta F_0}{16}$$
 (N) (1-9)

运转后的V带: 
$$G = \frac{1.3F_0 + \Delta F_0}{16}$$
 (N) (1-10)

最小极限值: 
$$G = \frac{F_0 + \Delta F_0}{16}$$
 (N) (1-11)

式中, ΔF<sub>0</sub>为预紧力修正值(见表 1), N。

	带	型	ZXFo(N)
		Y	6
		Z	10
		А	15
普通V带		В	20
		С	29
		D	59
		E	108

表1 V带的预紧力修正值 $\Delta F_0$ 

G 值亦可以参考表 2, 其中 G 值的上限用于新 V 带。

	-	A##### D. (~~~)	and the second s	<b>帯達 v (m/s)</b>	
•	SK	4. A 40 TE DE TO L TIMUT	0~10	10~20	20~30
	7	50~100	5~7	4.2~6	3.5~5.5
	2	>100	7~10	6~8.5	5.5-7
		75~140	9.5~14	8~12	6.5~10
	^	>140	14~21	12~18	10-15
#		125~200	18.5~28	15~22	12.5-18
3	Б	>200	28-42	22~33	18-27
v	c	200~400	36~54	30~45	25-38
#	0	>400	54~85	45~70	38~56
	<b>D</b>	355~600	74~108	62~94	50-75
100	0	>600	108~162	94~140	75~108
Г	F	500~800	145~217	124~186	100~150
	E	>800	217~325	186~280	150~225

表 2 测定预紧力所需垂直力 G (N/根)

### 四、实验步骤

参考图4所示实验步骤,用鼠标和键盘进行实验操作。

#### 1. 准备阶段

(1) 认真阅读《实验指导书》。

(2)确定实验类型与实验内容;选择实验A(典型机械传动装置性能测试实验),可从摆线针减速器、蜗轮、圆柱齿轮减速器、带传动、连杆传动中,选择1种进行传动性能测试实验。

(3)布置、安装被测机械传动装置(系统)。注意选用合适的调整垫块,确保传动轴之间的同轴线要求。

(4) 按《实验台使用说明书》要求对测试设备进行调零,以保证测量精度。



图 4 实验步骤

#### 2. 自动控制测试阶段

(1) 打开实验台电源总开关和工控机电源开关;

(2)打开采集软件(用管理员权限打开),在"用户"和"设备编号"中 分别输入姓名和设备编号,单击登入,然后单击实时曲线,进入实时曲线界面;

(3) 左击"开始测试",点击显示五条曲线——输入扭矩、输出扭矩、输入转速、输出转速、效率。再把操作面板中旋钮依次旋到"自动",系统中点击右上角"数字输出"→"正转"按钮,按钮变"绿色"即可。点击"开始输出", "设定频率 Hz"先输入"10",然后慢慢增加,(可加小数位。切记:不能超过 50),使左边显示"输入转速"达到 300r/min,然后调节"设定载荷(%)"数值(切记:不得超过 100%)初次为"10%"然后慢慢增加,使得"输入扭矩" 增加 0.4 左右,也使"输出扭矩"同时适度增大,再调节"设定频率 Hz"使转速回到 300r/min,点击"单次记录",记录一个测试点。然后在慢慢增加"设定载荷(%)"数值(切记:不得超过 100%)使得"输入扭矩"增加 0.4 左右,也使"输出扭矩"同时适度增大,再调节"设定频率 Hz"使转速回到 300r/min,点击"单次记录",记录一个测试点。重复上述(加下划线的步骤)操作 8-10次,采集数据 8-10 组;

(4)采集数据完毕,单击"停止测试",设置"设定频率Hz""设定载荷
(%)"都为"0";关闭"正转"绿色按钮。退出实时曲线。

(5)进入历史数据界面,点击"数据文件选择",选择你实验所记录的数据文件(D盘DBFile文件夹中,选择名称短的),从"分析"中调看参数曲线(输入/输出扭矩、输入/输出转速、效率);

(6) 波形显示完成后,需要生成报表,先在图中报表位置打"√",然后点击"报表生成"; (两份报表,1份为:效率+输入/输出扭矩,1份为:效率+输入/输出转速)。

(7)结束测试,关闭电脑,再关闭试验台电源开关。

3.分析阶段

1. 对实验结果进行分析;对于实验 A,重点分析机械传动装置传递运动的平 稳性和传递动力的效率。

2. 整理实验报告;实验报告的内容主要为:测试数据(表)、参数曲线;对 实验结果的分析;实验中的新发现、新设想或新建议。

五、思考题

1. 在对传动系统进行强度计算时,功率取电机的额定功率还是根据输出功率确定?

2. 在对传动系统效率测试时如何选择传感器及负载?

3. 常用联轴器的种类及其使用范围是什么?

# 实验三 减速器拆装

### 一、实验目的(原理)

1. 通过拆装, 了解齿轮减速器铸造箱体的结构以及轴和齿轮的结构。

2. 了解减速器轴上齿轮和轴承的润滑、密封以及各附属零件的作用、构造和安装 位置。

3. 熟悉减速器的拆装和调整的方法和过程。

4. 培养对减速器主要零件尺寸目测和测量能力。

5. 通过自己动手拆装,了解轴承及轴上零件的调整、固定方法,及消除和防止零件间发生干涉的方法。

6. 了解拆装工具与减速器结构设计间的关系,为课程设计做好前期准备。

### 二、实验设备及使用工具

1. 设备: 以下四种减速器

- 1)单级圆锥减速器 2)单级蜗杆减速器
- 3)展开式二级圆柱齿轮减速 4)单级圆柱齿轮减速器

2. 工具

活扳手(或呆扳手一套)、改锥、铜锤或铅锤、拉码、钢板尺、游标卡尺、内卡 钳、红铅油、铅丝等

#### 三、实验内容

1. 按照正确的顺序拆开减速器和轴系,分析减速器中各个零件的功用;

2. 测定减速器的主要参数, 画出减速器传动布置简图。

#### 四、实验方法

在实验室首先由实验指导老师对几种不同类型的减速器现场进行结构分析、介绍, 并对其中一种减速器的主要零、部件的结构及加工工艺过程进行分析、讲解及介绍。 再由学生们分组进行拆装,指导及辅导老师解答学生们提出的各种问题。在拆装过程 中学生们进一步观察了解减速器的各零、部件的结构、相互间配合的性质、零件的精 度要求、定位尺寸、装配关系及齿轮、轴承润滑、冷却的方式及润滑系统的结构和布 置;输出、输入轴与箱体间的密封装置及轴承工作间隙调整方法及结构等。

### 五、注意事项

1. 实验前必须预习实习指导书,初步了解有关减速器装配图。

 2. 文明拆装、切忌盲目。拆卸前要仔细观察零部件的结构及位置,考虑好合理的 拆装顺序,拆下的零部件要妥善安放好,避免丢失和损坏。禁止用铁器直接打击加工 表面和配合表面。

注意安全,轻拿轻放。爱护工具和设备,操作要认真,特别要注意手脚安全。
 认真完成实验报告。

#### 六、减速器拆装步骤及各步骤中应考虑的问题

(一) 观察外形及外部结构

1.观察外部附件,分清哪个是起吊装置,哪个是定位销、起盖螺钉、油标、油
 塞,它们各起什么作用?布置在什么位置?

2. 箱体、箱盖上为什么要设计筋板? 筋板的作用是什么, 如何布置?

仔细观察轴承座的结构形状,应了解轴承座两侧联接螺栓应如何布置,支承
 螺栓的凸台高度及空间尺寸应如何确定?

4. 铸造成型的箱体最小壁厚是多少? 如何减轻其重量及表面加工面积?

5. 箱盖上为什么要设置铭牌? 其目的是什么? 铭牌中有什么内容?

(二)拆卸观察孔盖

1. 观察孔起什么作用? 应布置在什么位置及设计多大才是适宜的?

2. 观察孔盖上为什么要设计通气孔? 孔的位置应如何确定?

(三) 拆卸箱盖

1. 拆卸轴承端盖紧固螺钉(嵌入式端盖无紧固螺钉);

2. 拆卸箱体与箱盖联连螺栓,起出定位销钉,然后拧动起盖螺钉,卸下箱盖;

 在用扳手拧紧或松开螺栓螺母时扳手至少要旋转多少度才能松紧螺母,这与 螺栓中心到外箱壁间距离有何关系?设计时距离应如何确定?

4. 起盖螺钉的作用是什么? 与普通螺钉结构有什么不同?

5. 如果在箱体、箱盖上不设计定位销钉将会产生什么样的严重后果?为什么?

(四)观察减速器内部各零部件的结构和布置。

 箱体与箱盖接触面为什么没有密封垫?是如何解决密封?箱体的分箱面上的 沟槽有何作用?

2. 看清被拆的减速器内的轴承是油剂还是脂剂润滑,若采用油剂润滑,应了解 润滑油剂是如何导入轴承内进行润滑?如果采用脂剂应了解如何防止箱内飞溅的油 剂及齿轮啮合区挤压出的热油剂冲刷轴承润滑脂?两种情况的导油槽及回油槽应如 何设计?

3. 轴承在轴承座上的安放位置离箱体内壁有多大距离,在采用不同的润滑方式 时距离应如何确定?

4. 目测一下齿轮与箱体内壁的最近距离,设计时距离的尺寸应如何确定?

5. 用手轻轻转动高速轴,观察各级啮合时齿轮有无侧隙?并了解侧隙的作用。

 7. 观察箱内零件间有无干涉现象,并观察结构中是如何防止和调整零件间相互 干涉。

7.观察调整轴承工作间隙(周向和轴向间隙)结构,在减速器设计时采用不同轴 承应如何考虑调整工作间隙装置?应了解轴承内孔与轴的配合性质,轴承外径与轴承 座的配合性质。

8. 设计时应如何考虑对轴的热膨胀进行自行调节。

9. 测量各级啮合齿轮的中心距。

(五) 从箱体中取出各传动轴部件

观察轴上大、小齿轮结构,了解大齿轮上为什么要设计工艺孔?其目的是什么?

2. 轴上零件是如何实现周向和轴向定位、固定?

3. 各级传动轴为什么要设计成阶梯轴,不设计成光轴?设计阶梯轴时应考虑什 么问题?

采用直齿圆柱齿轮或斜齿圆柱齿时,各有什么特点?其轴承在选择时应考虑
 什么问题?

(六) 装配

1. 检查箱体内有无零件及其他杂物留在箱体内后,擦净箱体内部。将各传动轴部件装入箱体内;

2. 将嵌入式端盖装入轴承压槽内,并用调整垫圈调整好轴承的工作间隙。

8. 将箱内各零件,用棉纱擦净,并涂上机油防锈。再用手转动高速轴,观察有无零件干涉。无误后,经指导老师检查后合上箱盖。

4. 松开起盖螺钉,装上定位销,并打紧。装上螺栓、螺母用手逐一拧紧后,再用

扳手分多次均匀拧紧。

5. 装好轴承小盖, 观察所有附件是否都装好。用棉纱擦净减速器外部, 放回原处, 摆放整齐。

6. 清点好工具,擦净后交还指导老师验收。

## 七、实验数据记录及处理

1. 绘出减速器传动布置简图(一套传动)

2. 将测量数据填入下表:

名 称	符 号	数 据
驱动级传动齿轮啮合中心距	aı	(mm)
从动级传动齿轮啮合中心距	a2	(mm)
齿轮中心至箱体底部的高度	h	(mm)
箱盖上凸缘的厚度	b	(mm)
箱盖上凸缘的宽度	k	(mm)
箱座下凸缘的厚度	р	(mm)
箱座下凸缘的宽度	k1	(mm)
上筋板厚度	R1	(mm)
下筋板厚度	R2	(mm)
计算被拆装减速器的传动比	i	

3. 对拆装的减速器,指出哪些地方不合理并提出改进意见。

(最少指出5处)

# 《PLC 控制技术》实验

- 实验一 电动机的点动与连动
- 实验二 电动机正反转 PLC 控制
- 实验三 PLC 设计电动机延时启动控制
- 实验四 辅助继电器及数据块的应用

# 实验一 电动机的点动与连动

# 一、实验目的

1. 了解 PLC 输入输出点的作用及使用;

2. 了解 PLC 的编程原理;

3. 实现一个点动与连动程序及 SET RET 指令的应用;

4. 了解电路图及完成接线。

# 二、实验器材

1. 可编程控制器1台(s7-1200);

2. 绿灯、点动按钮、连动按钮、停止按钮;

3. 实训控制台1个。

### 三、实验步骤

1.分配输入输出点。比如分配 Q2.0 为 绿灯的输出位; I2.0 为启动按钮, I2.1 位停止按钮。

打开 PLC 变量里面的默认变量,写好名称,分配好点位。

Silemens - Choseisti-Osibesktopog	<u>ц</u> т9	401															- ^
项目(P) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 在线	E(O)	选项(N)	工具(T) 窗口(W	) 帮助(H)	+++ .st 11.2		-				k(1/27)				Totally Integ	ated Automation	
項目树 日本	<b>项</b> 目		PLC 1 (CPU 1212		→ PLC 存量	▶ 對认查	量表 [36			主项目甲:	很奈?	-11		_ # = X	任务	PORTA	1
设备	1												■ 用户常量	◎ 系统常量	选项		The second
82	-0	-0 5	+ + · · · · · · · · · · · · · · · · · ·										- 7.00 · 10.000	Ed.			-
	1	weil an	24 24												···		- 34
* C11501		-	140		#12## 20	40.44		Q.16		Hч	カロ	12.57			▼ 宣孫和音換		
in internetioa		-	0751240		Roal	3630		*10	M n	M n	11 11	(T 14					
<ul> <li>         ・ ()         ・・()</li></ul>	2	6	值计绘图		Bool	942.0									<u>E</u> D4		王
- PLC 1 [CPU 1212C DC/	2	-	绿杆		Bool	\$020				ā						100	
11 设备组态	4	-	10.45			(2) return	100			0					□ 全字匹配		
N. 在线和诊断			-0178-			-				œ					□ 区分大小写		1
▼ 🔜 程序块															□ 在子结构中查抚		1.00
■ 添加新块															□		
- Mein [OB1]															(_) (100/00.0.4 + 10.14		
▶ 🙀 工艺对象															世界通路付		
▶ 🐼 外部源文件															使用正则表达式		
▼ 📜 PLC 変量															「「「「」」		
🗞 显示所有变量															Ott		
■ 添加新変量表															TUDE		
当 默认变重表 [36]															查找		
▶ L≝ PLC 数据类型																	
▶ 🔜 监控与强制表															普换为·		
• 尾 在纸备份																	
Traces															④ 整个文档		
COPC UA 通信     Company And Annual Annua															○ 从当前位置开始		
1. 汉首门 建织结															○ i#i5		
「日本の日本																	
「一本地道は															留視 金箔	留決	
PIC 2 (CPU 1214C DC/																	
> 🔓 未分组的设备																	
▶ 38 安全设置																	
▶ 🔀 跨设备功能																	
▶ → → → → → → → → → → → → → → → → → → →																	
▶ 🛅 文档设置																	
<ul> <li>(国由4n08))</li> <li>(国由4n08))</li> </ul>	1																
> 详细视图												9.属性	14 信息 🔒 😼	诊断 🔹 = 🔺	> 语言和资源		
◆ Portal 视图 正总缆		PL	.c_1 🔹	Main (OB1)	😽 默认变的	建表									• 项目项目1 已成功保存。		
Der Angewähren anderen die eine einen die															Contract Sciences Mill State Sciences	12.40	- I

2.编写程序。

75 Siemens - C:Whats\T-03\Desktop	项目1项目1					_ # ×
项目(P)编辑(E)视图(V) 插入(I);	在线(2) 选项(1) 工具(1) 窗口(1)	帮助(日)				Totally Integrated Automation
🔮 🕒 🖓 保存项目 🚨 🗶 🧃 🕽	🗄 X 🕤 ± 🥂 🖬 🛄 🛄 🔛	📑 🍠 转至在线 🐷 转音	医肠线 🎝 🖪	- 📕 🗩 🗄 🛄 ៤ 项目中搜索> 🔛 🙀		PORTAL
项目树 🗉	▲ 项目1   PLC_1 [CPU 1212C	DC/DC/DC] > 程序块 )	Main [OB1]			_ # = × <
设备						20
1	🖻 📸 🔊 🕾 🔍 🖿 🚍 🗄	= 💬 2 : 2 : 12 :	= 😥 🧐 📢	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
	Main					4
11 - 項目1	名称	数据类型	默认值	注释		01
参加新设备	1 🚭 🔻 Input					<u>^</u> *
	2 🕢 🔹 Initial_Call	Bool		Initial call of this OB		
1 小さる細木	3 Remanence	8001		= Irue, if remanent data are available		v
业 在线和诊断		3				() +
● 25 程序状	▼ 按标题: "Main Program Sw	veep (Cycle)*				~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
Main [OB1]	= ±1	reep (epine)				
▶ 🕞 工艺对象						
▶ 🗑 外部源文件	* REPPERT:					桥
▶ 📮 PLC 变量	注释					
▶ Cg PLC 数据类型						許
・調査法当時制法	%12.0	%12.1			% Q2.0	*
1135 WID		"停止按钮"			"绿灯"	
► OPC UA 通信						=
▶ 匯 设备代理数据						
2 程序信息						
ы PLC 报警文本列表	% 02.0					
> · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	"AB-4T"					
PLC_2 [CPU 1214C DC/						
▶ 🔚 未分组的设备		-				
▶ 10 安全设置						
・ 「「「「「「」」」の「「」」」の「「」」の「「」」の「「」」の「「」」の「「						
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	▼ 程広島 2 ·					
▶ □ 新本控制接口	LEADER C.					
▶ 🖬 在线访问	注 54					
A Cara Strate State of Strate State	× .					150%
> 详细视图						◎ 屈性 14 信息 3 12 诊断 □
◆ Portal 视图	A PLC_1	ain (OB1) 🧉 默认变量	表			🔝 😪 项目 项目1 已成功保存。

3.连线。

4.按下启动按钮查看实验现象。

5.按下停止按钮。

6.删掉之前的程序,使用 SET RET 指令,再查看实验效果。

Siemens - C:\Users\T-03\Desktop\J	项目1项目1							- •
质目(P)编辑(E)视图(V) (入(I)在		帮助(H)				Totally In	tegrated Auton	nation
1 🔄 🖬 译开项目 🍶 👗 🗏 🗉 🖻		計 🎽 教堂在线 🖉 特	堂間我 約7 1			IBA.		PORTAL
	□ 與目1 + PLC_1 [CPU 1212C1	DODODC] · 程序映	<ul> <li>Main [OB1]</li> </ul>			10.5		CORE OF THE
设备						选项		100
	ै 🖧 🖉 🕾 🗮 🗮 📲 📲		= 10 00 6	o @ @ @ Q Q Q Q Q Q Q Q Q Q Q Q Q Q Q Q	. 3	1	the line is	
	Main					> 收藏来		
▼ 项目1	へ 名称	数据类型	默认值	注释		> 其大協会		_
💕 添加新设备	1 📲 🕶 Input					* 至平相之	<b>65</b> *	
📥 设备和网络	2 - Initial_Call	Bool		Initial call of this OB	1	10 MP 40	MR 4	
* 1 PLC_1 [CPU 1212C DC/	3 🚭 = Remanence	Bool		=True, if remanent data are available		※加加 小田	112.0	-
1 设备组态	a trac			many many	2		V1.0	
2 在线和诊断		r						
▼ 🔜 程序块								
📑 添加新块	▼ 块标题: *Main Program Swe	eep (Cycle)*			-			
🖀 Main [OB1]	= 注释					0 -()-		
▶ 🙀 工艺对象						0,-0-		_
▶ 🐻 外部源文件	▼ 程序段1:					-(K)		
▶ 🚂 PLC 变量	注释					0 557.95		_
<ul> <li>PLC 数据类型</li> </ul>								-
> > > > > > > > > > > > > > > > > > >	%12.0				%02.0	RESCI_DF		
▶ 🙀 在线备份	* 白 つわ おた タロ *				******	C) SR		
🕨 🔄 Traces	——————————————————————————————————————				5次入]	E K		
▶ 🐼 OPC UA 通信					(s)	11 -171-		
▶ 📜 设备代理数据						HU - N -		
四 程序信息						(P)-		
In PLC 招響文本列表	9612.1				%020	E -(N)-		
▶ 🛅 本始模块	1012.1				10 Q 2.0	P_TRIG		
PLC_2 [CPU 1214C DC/	停止按钮				58.7.]	N_TRIG		
> 😓 未分组的设备					(R)	R_TRIG	V1.0	_
▶ 1 安全设置						F_TRIG	V1.0	
▶ 😹 跨设备功能						▼ ◎ 定时香操作	V1.0	
▶ 🚺 公共動観						<b>•</b> TP	V1.0	
> 面 文档设置	1. J.					TON .	V1.0	
▶ (言 语言和密度	▼ 程序段 2:					TOF	V1.0	~
▶ 🔽 新本控制接口						> 扩展指令		
日在线访问	注种					- 1 丁芝		
mi 10.1. Marco trib 31	× .			150	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	、		_
	-			G (#4)	1 信白 1 见 诊断	/ 週日 ) 満住句		_
			a+	3 属社	29 H125 🐱 🗵 19 191	V MITE		-
◆ Portal 視图<	📩 PLC_1 📲 Ma	.in (OB1) 🍯 默认变	里表			✓ 项目项目1 已成功保	<del>译</del> 。	

# 实验二 电动机正反转 PLC 控制

# 一、实验目的

1. 掌握变频器的面板功用的设置方法;

2. 理解变频器的使用方法,学会变频器的接线;

3. 掌握变频器的参数设置,根据实际需要设置频率,达到节能、调速的目的;

4. 掌握多方式控制变频器,比如模拟量控制、多段速控制、面板控制等;

5. 掌握变频器对电机点动控制、启停控制;

6. 掌握变频器与 PLC 相结合应用控制的方法,进一步掌握 PLC 编程。

## 二、实验器材

1. 可编程控制器1台(S7-1200);

2. 变频器模块;

3. 工作站。

## 三、实验内容

1. 了解变频器接线

- 2. 变频器参数设置
- 3. 多方式控制变频器

4. 变频器对电机点动控制、启停控制

5. PLC 对变频器的编程

## 四、实验方法与步骤

1. 分配Q点控制调速器的正转、反转、速度1、速度2

2. PLC 的 Q 点控制中间继电器间接控制调速器

3. 配置调速器参数

F-17 第一段速

F-18 第二段速

其他参数设置参考调速器说明手册

4. 接线示意图





5.编写程序:添加变频器控制电机块(FB块)

30	Siemens C:\Users\T-03\Desktop\项目1	项	目1						_					
顶	目(P) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 在线(O)	项	目1 + PLC_2 [CP	J 1214C DG	DC/DC] 🕨 🖁	『序块 ) 変頻器控	制电机块 [FB2]							
- TH														
-														
	项目例 □ ◀	1ð	i Ki 🖻 🕾 📲	E 8 8	💬 🗶 ± 🔏 :	: 🖀 : 🖃 😥 🥙	60 德 强 😵	⊊ I <sub>≡</sub> ' <sub>≡</sub>	6 6	0,000	la			
	设备		变频器控制电机:	<del>2</del>										
	60	-	名称		数据类型	默认值	保持	HMI/OPC	М. н	在 HMI	设定值	注释		
		1	Input											
		2	- 高速正转		Bool	false	非保持							
		3			Bool	false	非保持							
54	■ 添加新设备	4	<ul> <li>高速反转</li> </ul>		Bool	false	非保持							
	血 设备和网络	5	<ul> <li>低速反转</li> </ul>		Bool	a false	事保持 💌							
	PLC_1 [CPU 1212C DC/DC/	6	· <1/1/1>											
	<ul> <li>PLC_2 [CPU 1214C DC/DC/</li> </ul>	7	C V Output											
	「「没會組态	8	▲ 正转		Bool	false	非保持							
	▲ 在现本印度的	9	• 反转		Bool	false	丰保持							
	● 25 程序块 目	10	< ■ 連度1		Bool	false	丰保持							
	一" 深加耕吠	11	< ■ 速度2		Bool	false	非保持							
	Main [081]													
	■ 受刑器控制电机快…	-												
	■ 回数块1[F81]		1											
			#高速正转	#高速反	转 #	氏凍反转		#正转						
					305-	-1/								
			1.1					• •						
			#低速正转											
				]										
	With an 28 do lat		#高速正转	#速度	2			#速度1						
	1 二 方法各份			-11										
	Traces			2020				10.000						
	▶ Cope lia 通信		#高速反转											
	2 沿谷代理教派			]										
	19 程度信息													
	N PLC 招揽文太列表		=低速正转	#速度	1			#速度2						
	▶ ■ 本地模块		$\vdash$	M				-( )						
	> 异未分组的设备													
	▶ 100 安全设置		#低速反转											
	> 🔀 跨设备功能		$\vdash$	1										
													10	10%
		_												

6.参照正转程序完成反转程序,并将变频器控制电机块拉到 Main 中生成 DB 数据块,在数据块1中新增相关高低速正反转的 BOOL 量,并分配 Q 点给变频器。



7.下载程序, 然后直接将数据块1中相应的 BOOL 量置1 查看电机的运行。

# 实验三 PLC 设计电动机延时启动控制

# 一、实验目的

1. 熟悉定时器的类别和特点;

2. 掌握普通定时器的作用和使用技巧;

3. 掌握时间累加器的使用方法。

## 二、实验器材

1. 可编程控制器1台(s7-1200);

2. 计算机(已经安装博图编程软件)1台;

3. 绿灯、红灯、黄灯、蜂鸣器、启动按钮、停止按钮、复位按钮等;

4. 实训控制台1个。

## 三、实验内容

定时器相当于通电延时型时间继电器,在梯形图中起时间控制作用。定时器的时间参数样板为T#1ms、T#1S。

如下图示定时器为通电延时接通、通电延时断开、断电延时断开、定时脉冲
 电路,试分析各自的特点,找出下面程序中错误的地方。

项目1 + _PLC_2 [CPU 1214C DC/DC/DC] + 程序块 + Main [OB1]	指令	e 1	
d.	选项		
용 전 관 관 문 클 등 영 3 2 3 5 명 5 명 5 명 2 9 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		MI MT 🐼 ' 🗔	····· ·······························
块推口	> 收藏夹		
	<ul> <li>基本指令</li> </ul>		9.
	名称	版本	
▼ 程序段2:	▶ 🗀 常規		E S
	▶ 🔄 位逻辑运算	V1.0	
(注4)	▼ ③ 定时器操作	V1.0	÷.
\$12.0 \$12.1 \$242.0	TP	V1.0	-
*ebitran "@httpan" "@httpan"	TON	V1.0	5
	TOF	V1.0	
	TONR	V1.0	111
	-(TP)-		-
%M2.0 "IEC_Timer_0%Q2.0	-(TON)-		10
"辅助继电器1" DB-Q "绿灯"	() -(TOF)-		1
	O -(TONR)-		主
	-(RT)-		*
%D82	-(PT)-		
"IEC_Timer_0_DB"	▶ 1 计数器操作	V1.0	- 11
SM2 0 TON to to TO	▶ 🔇 比较操作		- 11
"辅助继由器1" Time 按坦见的	▶ 王 数学函数	V1.0	- 11
	▶ 🔁 移动操作	<u>V2.5</u>	- 11
	▶ 🔂 转换操作		- 11
	▶ 1 程序控制指令	V1.1	- 11
	▶ 🔄 字逻辑运算	V1.4	
%DB3	▶ 😝 移位和循环		- 11
"IEC_Timer_0_DB_			- 11
1"			
%M2.0 %O2.0 TOF "IEC Timer 0 DB %Q2.1			
*補助继电器1* *绿灯* Time 1*.Q *红灯*  新开开-五千日寸			
	> 扩展指令		
t#2s PT ET T#0ms	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		_
	1 12		



2. 分配号 IO 编写以上程序。

3. 按下启动按钮查看指示灯的变化, 红灯由亮变暗再按下停止按钮, 旋转切换 开关观察累加计时器的变化, 蜂鸣器响后旋转切换开关和复位按钮并查看程序。

# 实验四 辅助继电器及数据块的应用

# 一、实验目的

1. 熟悉辅助继电器及数据块的类别和特点;

2. 掌握普通辅助继电器及数据块的作用和应用;

3. 掌握常用特殊辅助继电器的使用。

## 二、实验器材

1. 可编程控制器1台(s7-1200);

2. 计算机(已经安装博图编程软件)1台;

3. 实训控制台1个。

### 三、实验内容

1. 辅助继电器(M)相当于中间继电器,它只能在内部程序(梯形图)中使用,不能 对外驱动外部负载,在梯形图用于逻辑变换和逻辑记忆作用。

2. 组态系统和时钟储存器。

Misemens - いいのでののでは、     Siemens - いいのでは、     Siemens - いいのでは、		_ <b>d</b> X
项目(P) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 在线(O) 选项(N) 工具(T) 窗口(W) 3	<b>ξ助(H)</b>	Totally Integrated Automation
····································	刘 转至在线 🖉 转至周线 🎥 🖪 📑 🗡 🚽 🛄 《在项目中指索》 🔒	PORTAL
项目树 □ ◀ 项目1 → PLC_1 [CPU 1212C D	2DC/DC]	_ # = × 🔇
设备		🛃 拓扑视图 🚠 网络视图 🔰 设备视图 💷
🔢 📰 🔡 🏕 [PLC_1 [CPU 1212C]	- 🗉 🗹 🔏 💷 🔍 e. :	3 8
兹 ▼ ⑤项目1 ヘ		
2 添加新设备 103 103	02 101 1 2 3	
▲ 设备和网络 Rack_0		= 2
PLC_1 [CPU 1212C DC/		*
■ 2 没备组态		
见 在线和诊断		
★ 12 程序决	and a second sec	~
■ 添加制块 = 14 in (0.01) =		
Main [UB1]		
		~ ·
■ RC 長屋 ■ RC 和提表用 PLC 1 [CPU 1212C DC/DC/DC]		· 国村 为 作自 · 2 法版 · · · · ·
		S MIL S 10.25 W 10 W 10
→ 在接着份 常規 10 受量 糸猊:	8数   文本	Tr.
Al 2	系统和时钟存储器	^
▶ 🧑 OPC UA 通信	系统存储器位	
▶ [編 设备代理数据 ) 高速计数器 (HSC)		三 本
建序信息 新/中发生器 (PTO/PVM/)	☑ 庭用系统存储器字节	
■ PLC 报警文本列表 启动	至(atrik现实状的)的社(JAEA)	
▶ · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	TRACT SEG-F TREND ( MARA	
▶ D PLC_2 [CPU 1214C DC/ 置语贝轨	自次循环: [%M1.0 (hristscan)	
▶ 12 未分组的设备 //tox/bill/titling	诊断状态已更改: [%M1.1 (DiagStatusUpdate)	
<ul> <li>         ・         ・         ・</li></ul>	始终为1(高电平): %M1.2 (Always TRUE)	
▶ ※ 跨设备功能 ▶ 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	始终为0(低电平): %M1.3 (AlwaysFALSE)	
▶ 量 公共数据 ▶ 防迫与安全		
▶ C 文档设置 ▶ OPC UA	时钟存储器位	
<ul> <li>▶ □ 宿言和東京</li> <li>▶ 高級組态</li> </ul>		
・ ム 数本控制接口 连接资源	☑ 启用时钟存储器字节	
▶ 100 任我切问 ▶ → 本語 arre ★##第	时钟存储器字节的地址 (MBX): 0	
< III > 运行系统许可证	10 Hz Ritté SAID 0 (Clock 10Hz)	
> 详细视图	The state of the s	*
< Portal 视图 🔚 总缆 🚮 PLC_1 🐲 Main	(OB1) 适 默认变量表	🔜 🛃 ज़वा ज़वा। 已成功保存。

3.添加和查看辅助继电器(M 点)

🔒 保存项目 🚨 🗶 🧾	E ×	5 ± (	*± 🚯 🖽 🖬 🔛 🛤	🖌 转至在线 🔊	转至愿线 🛃	× .		在项目中搜	\$>		rotally integrat	POR
树	□ ◀				·量 • 默认变!	最表 [51]						
备										-	■ 用户常量	▲ 系统常量
		9.90	→ + <sup>∞</sup> m								-	
	-	#til a	5量表									
适日1	~	24.90	名称	教报类型	10.11	保持	A H	ALH. 7	〒日. 注释			
▲ 添加新设备		1 40	启动检察	Bool	\$12.0							
▲ 设备和网络		2 -0	停止按钮	Bool	9612.1							
PLC_1 [CPU 1212C DC/		3 🖬	绿灯	Bool	%02.0							
1 设备组态		4 🕢	System Byte	Byte	%MB1							
2 在线和诊断		5 🕢	FirstScan	Bool	%M1.0							
▼ 🔜 程序块		6 🕢	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1							
💕 添加新块		7 🗠	Always TRUE	Bool	%M1.2							
Main [OB1]	-	8 🛥	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3							
▶ 🙀 工艺对象		9 💶	Clock_Byte	Byte	%M80							
▶ 🐻 外部源文件		10 🔂	Clock_10Hz	Bool	%M0.0							
▼ 🔚 PLC 变量		11 💶	Clock_5Hz	Bool	%M0.1							
🦥 显示所有变量		12 📲	Clock_2.5Hz	Bool	%M0.2							
📑 添加新变里表		13 🔞	Clock_2Hz	Bool	%M0.3							
送 默认变量表 [51]		14 💶	Clock_1.25Hz	Bool	%M0.4							
▶ 💽 PLC 数据类型		15 💶	Clock_1Hz	Bool	%M0.5							
▶ 🧔 监控与强制表		16 ඟ	Clock_0.625Hz	Bool	%M0.6							
▶ 1 在线备份		17: 1	Clock_0.5Hz	Bool	%M0.7							
🕨 🔄 Traces		18 🕢	辅助继电器1	Bool	1 %M2.0							
▶ 🧔 OPC UA 通信		19	(新聞)				1	4	V			
▶ 🌃 设备代理数据												
四 程序信息												
■ PLC报警文本列表												
▶ 📠 本地模块												
PLC_2 [CPU 1214C DC/												
🔜 未分组的设备												
安全设置												
24 跨设备功能												
🖬 公共数据												
1 文档设置	~											
(二)	>											
细视图	_									3 属性	1 信息 🗊 🖫	诊断
	10	1.1	N.C. 1		20 ±		_	_				2.01

4.新增数据块



5.在数据块中创建 BOOL, INT, REAL, WORD 等数据类型的数据,可选择是否掉 电保持。

₩,	Siemens - C:\ sers\T-03\Desktop\项	Eľ	1項	ŧΕ	1												
项	目(P) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 在线	(0)	1	选项	页(N)	工具(T) 窗口(	w) 帮!	<del>ђ(H)</del>									
-	🕞 🔲 保存项目 🛄 🗼 🗐 🛅 🤰	×	-	) ±	01			✓ 转至在线	<b>》</b> 转到	百离线 🔒	18	×	一一一	日由想索	- 24		
-	16日対		σE	11					网络柏	*/-112-111	1.0	241		H 1 13/10			
		Ľ	<u>Я</u> Е	11	· •		2000	bubej v i	王广·庆		יין י	51]					
	设备																
	1 I I I I I I I I I I I I I I I I I I I	3	-	-		B = 005	保持实际	值 🔒 快	12 top 1	局 将快照	值复制	到起始值中	<b>副</b> 国 将	起始值加靖	成为实际值	R. B.	
		Ľ		t 1	民块	1											
ан	▼ □ 项目1 ^	E	Ĩ	-	名称			数据类型	_	起始值		保持	HMI/OPC	<u></u> М. н	在 HMI	设定值	注释
	📑 添加新设备	1			• St	atic											
9	📥 设备和网络	2				bool里		Bool		false							
•	PLC_1 [CPU 1212C DC/	3		•		word		Word		16#0							
	11 设备组态	4				int <u></u>		Int		0							
	2 在线和诊断	5				real		Real		0.0							
	▼ 🔄 程序块	6	į.,			<新増>											
	■ 添加新块 ■	L			1												
	Main [OB1]	L															
	■ 数据块_1 [DB1]	L															
		L															
	▶ 圖 外部源又任	L															
		E															
	·····································	L															
	◎ ※加利文里衣 ◎ 弊注恋母末[51]	L															
	→ → → 和 小 文 里 衣 [01]																

6.取消数据块的优化块访问,用于外部设备直接访问数据块,比如第三方触摸屏

等



7.查看变化

Vi Siemen	ns - C:\Users\T-03\Desktop	项目1	项目1												_ # ×
项目创新	育積(E) 祝四(公) 插入(1) 衣	¥线(Q)	选项(N)	工具① 窗口	(12) 帮助(日)									Totally Integra	ted Automation
<u> </u>	· 保存项目 🎒 👗 📜 🗉	×	ງ ± (*		🔜 📑 🎽 報至在統	新至周转	a 🖪 🖪	¥∃∐ ⊴	医项目中搜索>	-iti					PORTAL
项目界	1 0		和目1 ・	PLC_1 [CPU 12	212C DC/DC/DC] •	<b>程序块 &gt; 数据</b> 1	₽_1 [DB1]								
设备															
120		1 I	9 - 0		保持实际值 🔒 侠	82 年 19. 将供	經值夏制理(記	始值中 副 国	将起始值加载	为实际值	B. B.				<b>H</b>
			数据块	L1			•								*
	5目1	^	名利	÷	数据类型	偏移量	起始值	保持	从 HMI/OPC.	Жн	在 HMI	设定值	注释		100
	添加新设备	1	- 0	Static											2
2 d	设备和网络	2	-01 =	bool	Bool	0.0	false	-							20
- · · [	PLC_1 [CPU 1212C DC/D	3		word	Word	2.0	16#0								-
	计设备组态	4	-0.*	int	Int	4.0	0					-			
	😼 在线和诊断	5	- D +	real	Real	6.0	0.0	-							2
	2 程序块														
	■ 添加新块														
	Main [OB1]														
-	■ 数据块_1 [D81]														
•	・「「「王之対象														
•	・一動外部源文件														
•	PLC 变量														
	C PLC 数据类型														
	・ 調査 に 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語 語				D										
•	4 在玩會份														
•	Traces														_
•	OPC UA 通信														
•	・ 重 设备代理数据														
	2 程序信息														
	■ PLC报警又本列表														
	4.11 本地開現														
	PLC_2 [CPU 1214C DC/D														
	★が知的政策 中心活用														
	■ 安王旼直 2 時にあわせる														
	1910; W 9386														
	な光規構														
	「「「「「」」(「」」(「」)(「」)(「」)(「」)(「」)(「」)(「」)(														
	1 后本协制按口														
	A WX4-12 #J12 H	~													
<	III 3		-			-			-	-		-			1 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
> 详细	明代図	_	-											3 應性 13 信息 1 2	Tr .
Por	rtal 祝園 正意況		in PL	CI 4	Main (OB1)	數据块_1 (D								项目项目1已成功保存。	

8.编写一个程序,了解其中使用方法。程序如下:在线分别修改数据块的值查看 实验效果



Totally Integrated Automation 设备 3
 3
 3
 3
 4
 5
 4
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5
 5 Main -⊢ -/⊢ -/⊢ 11 → **-**ੈ ▼ 程序段1: \_\_ 注释 %Q2.0 "绿灯" --{ }----%12.0 "启动按钮" Word Word SoleLDIW2 SMA2.0 修改为0 修改为1 : 
 %DB1.DB
 打开(0)

 \*数据块\_1\*
 打开外监视0.0

 近日本部語快、
 重命名謝据快、
 0 重命名変量(D)... 重命名変量(R)... 重新连接变量(W)... Ctrl+Shift+T Ctrl+Shift+P ▲ 新建模型 × 剪切(T) 種 复制(Y) 種 粘贴(P) Ctrl+X Ctrl+C ★ 删除(D) Del 转到 交叉引用 交叉引用信息 F11 Shift+F11 CtrlaR

Main									
				- mi si i ini en	how all how	en			
•	程序段 1:								
	主释								
	*==* *启动按钮- - 【 } *辅助继电器1* - - \$4DB1.DBX0.0 数据块_1*.bool量	16#2 Word LADB1.DBW2 数据集_1*: word重 16#0002	<b>修改</b> 操作款: 修改值:	2	%Q2.0 "绿灯" 081.08W2 载揭典型: 格武:	Word 十六进制			
		%DB1.DBD6 "数据块_1".real							

依次修改 int 量 和 real 量
# 《机械制造装备设计》实验

## 实验一 机床结构认识实验

# 实验二 主传动系实验

# 实验一 机床结构认识实验

#### 一、实验目的

1. 了解金属切削加工机床的型号、参数、加工范围;

2. 了解金属切削加工机床的结构特点和工作原理;

2. 掌握机床各部件组成、结构及各部件之间的联接。

3. 掌握金属切削加工机床的基本操作方法;

#### 二、实验内容

床身的结构,床身等导轨分几组,各组的作用是什么?
 主变速箱、进给箱、溜板箱、刀架、尾架、床身结构;
 机床的基本操作。

#### 三、实验仪器

33. C6132A 卧式车床;

34. 扳手、车刀、铝棒;

35. 挂图、讲义等。

### 四、实验方法与步骤

1. 实验方法:

本实验采用指导教师讲解,学生记录及基本操作(不加工)等方法掌握实验内容。

2. 实验步骤:

1. 指导教师结合 C6132A 车床、介绍机床的用途、布局、各操纵手柄的作用及操作方法。然后开车、空载运转。以观察机床各部件运动。

 揭开主轴箱盖,根据机床传动系统图和主轴箱展开图、看清各档传动路线及 传动件的构造。

(1) 看懂标牌的意义,明确主轴箱各操纵手柄的作用。

(2) 了解主传动的传动路线、主轴正转、反转、高速是如何调整实现的。

(3) 操纵轴上两个滑移齿轮移动,操纵轴上的两个滑移齿轮注意他们的啮合位置。

(5)观察主轴箱的润滑系统及各传动件的润滑油流经路径。

3. 进给箱

结合进给箱展开图及传动系统图,观察基本组,增倍组操纵机构,螺纹种类转换机构,以及光杆、丝杠传动的操纵机构。

4. 溜板箱

纵向、横向的机动进给及快速移动的操纵机构。丝杠、光杆进给的互锁机构,对 开螺母机构,结合教图,了解超越离合器及过载保险装置。

5. 刀架

刀架总体是由床鞍、横刀架、转盘、小刀架及方刀架五部分组成。结合这些部件 的结构和装配图分析其工作原理。

6. 尾架

观察尾架的构造、尾架套简的夹紧方法。尾架套简与机床主轴中心线同轴度的调整方法。

7. 床身

了解床身的结构,床身等导轨分几组,各组的作用是什么?

#### 五、实验操作注意事项

12. 注意安全, 遵守试验室安全操作规程, 车床工作时不准戴手套和拿棉纱, 女同学应戴工作帽。

13. 做打开主轴箱盖,观察和调试主轴箱有关内容时,防止主轴盖落下,特别注意不要开动车床,为安全起见,应把车床开关总是断开。

14. 未经直到老师同意,不得拆卸机床上别的任何机构

22

## 六、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录

1) 记录 C6132A 机床结构名称及作用;

2) 记录 C6132A 机床的基本操作步骤。

#### 2. 结果与分析

(1) 主传动的传动路线、主轴正转、反转、高速是如何调整实现的?

(2)分析进给箱、溜板箱、刀架、尾架的功能和操作方法。

# 实验二 主传动系实验

#### 一、实验目的

- 1. 研究机床主传动的结构及工作原理, 了解机床主轴传动结构。
- 2. 掌握机床主传动结构的调试方法,熟悉机床传动结构的设计流程。
- 3. 利用实验测量各种传动参数以及运用相关知识解决工程问题。

#### 二、实验内容

- 1. 检查机床主传动的结构及各个部分的环境。
- 2. 熟悉机床主传动结构的设计方案,并学习变速原理。
- 3. 利用测量工具进行机床传动参数的检测并记录实验数据。
- 4. 评价和总结主传动方案。

#### 三、实验仪器

C6132A 卧式车床

#### 四、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验采用 Solidworks 二维草图的绘制方法,绘制如图 1-1 所示的二维图形,并 用二维草图的标注方法保证图形完全约束。

#### 2. 实验步骤:

1) 传动系图

主运动传动链的两末端件是主电动机与主轴,它的功能是把动力源的运动及动力 传给主轴,并满足卧式车床主轴变速和换向的要求。观察 C6132A 卧式车床传动传动 链绘制 C6132A 卧式车床传动系图。

2) 传动路线

运动由双速电动机经 V 带轮传至主轴箱然后传递给主轴,换档并转动带轮观察主轴每个速度的传动路线,并详细说明传动方案,并写的每个速度的传动路线。

3)每个齿轮的齿数并计算主电机的转速

测量每个齿轮的齿数以及带轮的直径,根据主轴转速计算出主电机的转速, 并写了出车床每个速度的计算步骤。

24

4) 计算主轴的实际转速并计算转速误差

5) 绘制主传动系统的转速图

转速图应清楚地表示:传动轴的数目;主轴及各传动轴的转速级数、转速值及其 传动路线;各变速组的传动副数目及传动比数值等。

## 五、实验操作注意事项

1. 注意安全, 遵守试验室安全操作规程, 车床工作时不准戴手套和拿棉纱, 女 同学应戴工作帽。

 做打开主轴箱盖,观察和调试主轴箱有关内容时,防止主轴盖落下,特别注 意不要开动车床,为安全起见,应把车床开关总是断开。

未经直到老师同意,不得拆卸机床上别的任何机构和零件,试验完成后。必须擦拭机床,加上润滑油,打扫下现场。归还工具。

#### 六、数据记录、处理与分析

小带轮直	大带轮直	齿轮1	齿轮 2	齿轮 3	齿轮 4	齿轮 5	齿轮 6	齿轮 7	齿轮 8
径	径	齿数	齿数	齿数	齿数	齿数	齿数	齿数	齿数

1. 测量齿轮齿数和带轮直径

#### 2. 记录各转速的传动路线

序号	速度	传动路线
1	800/1600	如(齿轮1/齿轮2) — (齿轮4/齿轮3)
2	560/1120	
3	180/360	
4	130/260	
5	105/210	
6	25/50	

#### 2. 结果与分析

(1)根据主轴转速、传动齿轮的齿数和带轮直径计算出电动机的转速。

(2) 根据主传动系图及主轴转速绘制转速图。

## 3. 实验结论

本实验通过记录主传动系的传动路线、齿轮齿数及带轮的直径,分析机床的实际 转速和标准转速,并绘制传动系图和转速图。

# 《机器学习与深度学习》实验指导书

## 实验1 环境搭建

#### 1、实验目的

- 1) 掌握 Anaconda 的安装、配置方法
- 2) 掌握 sklearn 和 TensorFlow2(或 MindSpore)等扩展库的安装方法

#### 2、实验内容

1)参照第一章相关内容,学习 Anaconda 的下载与安装,学习图形化管理与命令行管理,学习 Anaconda 里环境的概念,学习 Anaconda 下载源的更换,完成下载 Anaconda3-2019.10-Windows-x86\_64.exe 文件并安装,完成更换清华大学下载源,完成新建环境"ml"。

- 2)参照第一章相关内容,学习在 Anaconda 下安装库,完成在 ml 环境中安装 Python (3.8.0)、Sklearn (1.0.2)、Tensorflow (2.6.0)及 spyder (5.3.0)和 Jupyter Notebook (6.4.11)等。开展 MindSpore 框架下深度学习实验的话,还需要安装 MindSpore(1.7.0)。
- 3、实验原理

#### 4、实验步骤

- 1)环境安装与配置
- 下载 Anaconda3-2019.10-Windows-x86\_64.exe 文件并安装
- 更换清华大学下载源
- 新建环境"ml"
- 2) 扩展库安装
- 安装 Python、Sklearn、Tensorflow(或 MindSpore)及 spyder 和 Jupyter Notebook
   等扩展库和框架的指定版本

### 实验2 迭代法求解方程

- 1、实验目的
- 1)初步掌握 Python 的应用
- 2) 强化对迭代法的理解
- 3) 掌握应用迭代法求解方程 $x^5 + x^4 + e^x 11x + 1 = 0$ 的方法

无

#### 2、实验内容

- 1)分析问题,确定迭代法应用中的初始条件和结束条件
- 2)用数学方法建立迭代关系式,并编写代码实现求解方程
- 3)用爬山法建立迭代关系式,并编写代码实现求解方程

#### 3、实验原理

1) 迭代法

参见1.4节。

#### 4、实验步骤

- 分析实验要求,设置迭代法的初始点和结束条件
- 用数学方法建立迭代关系式,并编写代码完成方程求解
- 用爬山法建立迭代关系式,并编写代码完成方程求解
- 记录并分析实验结果

## 实验3 张量与算子的操作

#### 1、实验目的

1)理解深度学习中的张量和算子,掌握应用方法

#### 2、实验内容

1) 查阅资料<sup>1</sup>, 学习在 TensorFlow(或 MindSpore)中生成 4 个张量:

$$x = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$
$$y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$
$$a = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$
$$b = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

2) 查阅资料,学习相应深度学习框架中的对应元素相乘操作算子和矩阵相乘操作算 子。

- 3) 实现x和y的对应元素相乘操作。
- 4) 实现 $a \times b$ 、 $b \times a$ 矩阵相乘操作。

#### 3、实验原理

深度学习框架中张量和算子的概念可参见1.5节。

#### 4、实验步骤

- 分析实验要求,查阅资料学习张量的生成方法,查阅相关算子的使用方法
- 生成*x、y、a、b*四个张量
- 应用相关算子,实现*x*和*y*的对应元素相乘操作和*a*×*b*、*b*×*a*矩阵相乘操作
- 记录并分析实验结果

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>不容易找到的有关 MindSpore 算子的资料可看官网文档:

https://www.mindspore.cn/docs/zh-CN/r1.8/api\_python/mindspore.ops.html

## 实验4 梯度下降法求解方程

#### 1、实验目的

- 1) 强化对梯度下降法的理解
- 2) 掌握利用 TensorFlow(或 MindSpore)实现计算梯度的方法
- 3)掌握在 TensorFlow(或 MindSpore)中通过梯度下降法来求解方程 $x^5 + x^4 + e^x 11x + e^x 11x$

1=0的方法

#### 2、实验内容

- 1)分析问题,确定梯度下降法应用中的初始条件和结束条件
- 2)确定应用梯度下降法求解方程的损失函数
- 3)参考 4.2.1 小节(更详细内容可查阅相关网站),实现在 TensorFlow(或 MindSpore) 下损失函数的梯度计算
- 4)利用损失函数的梯度,建立迭代关系式,实现方程近似求解
- 3、实验原理
- 1) 梯度下降法

参见4.2节。

2) 梯度的计算

参考书上代码 4-4 或代码 4-3 实现梯度计算的方法,以及深度学习框架官网。

- 4、实验步骤
- 分析实验要求,设置迭代法的初始点和结束条件
- 设计合理的损失函数
- 在深度学习框架中编写代码,实现梯度计算和方程求解。
- 记录并分析实验结果

### 实验5 岭回归应用

1、实验目的

1) 强化对过拟合及其抑制原理的理解

2) 掌握利用 sklearn 扩展库实现岭回归的方法

#### 2、实验内容

1) 过拟合是机器学习领域非常重要的问题,学习 4.4.1 和 4.4.2 小节,深入理解过拟 合及 L2 范数正则化方法

2)利用 sklearn 实现的岭回归 Ridge,对 4.4.1 小节示例中产生严重过拟合的五次 多项式模型和九次多项式模型实现抑制过拟合

#### 3、实验原理

1) 过拟合

参见4.4.1节。

2) 正则化方法

参见 4.4.2 节。

3) 岭回归的应用方法

参见 sklearn 官方网站<sup>2</sup>。

- 4、实验步骤
- 在 jupyter 环境中打开随书资源文件"多项式回归与欠拟合、过拟合.ipynb"
- 导入 sklearn 中的岭回归模型,并用之实现对五次多项式模型和九次多项式模型
   进行抑制过拟合
- 调整岭回归模型的 alpha 参数,观察拟合效果,分析原因
- 记录并分析实验结果

## 实验6误差反向传播学习算法应用

1、实验目的

 $<sup>^2\</sup> https://scikit-learn.org/stable/modules/linear_model.html#ridge-regression-and-classification$ 

- 1) 强化对误差反向传播学习算法的理解
- 2) 掌握在 TensorFlow 中构建全连接层神经网络的方法
- 3) 掌握通过反向传播误差、计算梯度、自行迭代训练神经网络的方法
- 4) 感受不同激活函数、损失函数和优化器在精度、训练时长方面的影响

#### 2、实验内容

1) 代码 5-8 给出了用多层全连接神经网络来进行手写体数字识别的示例。该示例通过 keras.Sequential 的 compile 方法自动关联损失函数、优化器和评价指标(第 31 行), 并通过 fit 方法自动完成训练。本实验要求通过自行完成反向传播误差、计算梯度, 自行迭代完成训练。

2) 查找网络资源,学习在深度学习框架中实现以上操作的方法

3) 构建与代码 5-8 相同的神经网络

4) 设计并实现合适的损失函数

- 5) 实现利用 tensorflow. GradientTape 完成前向传播预测和误差反向传播,得到单 个样本训练时各网络变量的梯度计算
- 6) 在迭代中, 通过平均一批样本的梯度均值, 利用优化器来更新网络变量
- 7)在顺利完成以上各步后,尝试不同的激活函数、损失函数和优化器对训练的影响

#### 3、实验原理

1)误差反向传播学习算法

参见 5.4.1 节。

2)激活函数、损失函数和优化器
 参见 5.4.2 节。

4、实验步骤

- 学习并完成全连接层神经网络的构建
- 学习并完成梯度计算
- 通过迭代完成神经网络的训练
- 尝试不同的激活函数、损失函数和优化器
- 记录并分析实验结果

## 实验7卷积神经网络实现图片分类

- 1、实验目的
- 1) 掌握在 TensorFlow (或 MindSpore) 中构建、训练卷积神经网络的方法

#### 2、实验内容

1) 仿照 MNIST 手写体数字识别,用 MindSpore 框架(或 TensorFlow2.0 框架)实现 卷积神经网络对 CIFAR-10 进行分类。

- 3、实验原理
- 1) 卷积神经网络

参见5.5节。

#### 4、实验步骤

- 下载 CIFAR-10 数据集
- 对数据集进行预处理
- 构建合适的卷积神经网络
- 对卷积神经网络进行训练,并观察结果,如果达不到预期效果,尝试修改网络结构重新训练
- 记录并分析实验结果

## 实验8 隐马尔可夫模型实现词性标注

#### 1、实验目的

- 1) 强化对隐马尔可夫模型的理解
- 2) 掌握利用 hmmlearn 扩展库应用隐马尔可夫模型的方法

#### 2、实验内容

- 1)利用人民日报 1998 年 1 月熟语料进行统计得到隐马尔可夫模型
- 2)应用隐马尔可夫模型对某一已经分好词的语句进行词性标注

#### 3、实验原理

1) 隐马尔可夫模型

参见 6.2 节。

2) hmmlearn 扩展库

参见相关网站(<u>https://pypi.org/project/hmmlearn/</u>等)。

- 4、实验步骤
- 对提供的人民日报 1998 年 1 月的熟语料进行预处理
- 对熟语料进行统计,得到初始概率矩阵、转移概率矩阵和观测概率矩阵
- 利用 hmmlearn 扩展库中的 hmm 类,构建隐马尔可夫模型
- 利用隐马尔可夫模型对某一已经分好词的语句进行词性标注
- 记录并分析实验结果

# 《智能机器人交互部署与实践》实验

- 实验一 思维导图与产品功能设计
- 实验二 手机 App 原型开发设计
- 实验三 移动交互 H5 轻应用的设计
- 实验四 移动端网络接口调用的实现
- 实验五 移动端人脸检测实验
- 实验六 移动端图像分类实验

## 实验一 思维导图与产品功能设计

#### 一、实验目的

1. 了解人机交互界面的设计,掌握思维导图的原理;

2. 熟练使用 Xmind 操作思维导图工具。

#### 二、实验内容

1. 熟悉交互设计原则和流程;

2. 用思维导图,把各级主题的关系用相互隶属于相关的层级图表现出来;

3. 熟练操作思维导图工具。

#### 三、实验仪器

36. 计算机 1台;

#### 四、实验基本原理

人机交互界面的设计需考虑用户对系统的理解(即心智模型),以确保系统的可 用性和用户友好性。它涵盖了从小如收音机的播放按键,到大至飞机上的仪表板或发 电厂的控制室等各种应用场景。

此外,人机交互技术也是计算机用户界面设计中的重要内容之一,它与认知学、 人机工程学、心理学等学科领域有密切的联系。人机交互技术的目标是使人与机器之 间的交互更为自然、高效和愉快,从而提高工作效率和用户满意度。

总的来说,人机交互是人和计算机之间的一种互动过程,旨在优化人与机器之间 的信息交流,提高用户体验和工作效率。综上所述,机器人上下料工作站通过物料检 测与定位、抓取与固定、传输与移动、精准放置、工作站联动、监控与调整以及安全 性保障等环节的协同工作,实现了物料在生产线上的自动化搬运。这种智能自动化系 统在提高生产效率、降低人力成本、保证产品质量等方面发挥着重要作用。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验采用 XMind 软件对摩拜单车进行思维导图设计。

#### 2. 实验步骤:

(1) 打开 XMind 软件,进行新建空白图。

KMind 文件(F)	编辑(E) 查看(V)	措入(I) 修改(M)	工具(T) 窗口(W)	帮助(H)	+ <del>0</del> ••)) 09:58 •	••• :E
	e   😑	5	·	无标题	⊡·• ≅ ⊨ ⊂ ⊛	۵·
						æ
1544						-
						180
						623
				中心主题		B
						0
				*		
		-			 81 <b>0</b> 10 mm 0.0	
主题(中心主题)					■ 100% ± = B2667: £3 + idtxinkal@MacBook	k Pro (2)

图 1 Xmind 软件界面

(2) 对中心主题输入摩拜单车

XMind	文件(F)	编辑(E)	查看(V)	插入(0)	修改(M)	工具(T)	窗口(W)	帮助(日)	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
								无标题	
A I H	*	e 1	<b>·</b>	S,					😨 · 💡 🖃 I 🔍 🛞
E标题 ×									
								摩拜单车	
. 1									
市 1				-					♥ 🛛 🕤 100% 🕀 🗎

图 2 输入主题

(3) 使用 tab 键进行子节点添加

Ś	XMind	文件(F)	编辑(E)	查看(V)	插入	(I) 修改(N	) 工具(T)	窗口(W)	帮助(H)	🕂 📢 09:59	··· :=
•••	•			- H	~		1		无标题		-
100 • #181		~		-	P	-	,			4. A E I C @	
											æ
											st.
											140
									88.00/1.00 0 941.0002 0 100006200		
									· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		B
											9
											۵
<b>高布</b> 1					_					Y	
ERE (S	自信给证码	7		_		_	_			自动保存:关闭 9 ldtxinkai的MacBook	Pro (2)

图 3 添加子节点

(4) 对子节点再添加兄弟节点



图4 添加兄弟节点

(5) 完成所有节点的添加



图 5 所有节点添加

(6) 优化布局,将右侧一个子节点挪到左侧,实现左右两侧的布局对等。



图 6 将思维导图进行布局优化

(7) 开启大纲模式,可在大纲模式下进行编辑与修改



图 7 开启大纲模式

(8)使用相应的工具对思维导图进行美化



图 8 美化思维导图

(9) 将绘制的思维导图导出为 PNG 图片格式进行保存

		导	出为图片		
生成单张图片		***			
将选中的思维	E图导出为甲张图.	万井馀仔住卒机.			
图片格式					
选择导出的图	图片格式				
PNG 文件					۵
□ 导出展开	F图标: ①	□ 导出收	縮图标:	FRANCE BRACE	
	开示了数 发发无明的数		2 经通注册	Pana	
	W1823/9	國務服		東名以近 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日本 日本	
			<u></u>		
	R201714	摩拜	单车	HD.	
	8298343			R2902重 被求 東市地址	
	R25778	1440	■ 找车用车	801/55	
	mana			ENGHER	668 x 43
	Treasure of				
	Θ			0	
TT also for		and the second second			3
至文件: /Use	s/ldtxinkai/Deskto	pp/摩拜單年.png			///////////////////////////////////////
□ 覆盖已经有	在的文件,不再	提示。			
				EV SH	完成()

图 9 导图为 PNG 格式的图片

## 六、实验操作注意事项

15. 做实验之前必须熟悉产品的整个流程。

16. 在学习设计过程中,应该在老师的指导下进行,切勿盲目进行实验。

17. 实验完毕后,要保留好自己的设计成品。

18. 注意搞好实验室的清洁。

#### 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录(将绘制的成品图截图附在实验记录表中):

	摩拜单车设计成品图	自设主题设计成品图
截图		

#### 2. 结果与分析

(1)更换成一个自己熟悉的产品,进行思维导图的绘制。

(2) 替换不同的图形结构,如替换成树状图、组织结构图等。

#### 3. 实验结论

通过思维导图的设计能够理清原创思路,使其更加清晰从多角度分析和考虑问题, 遵循大脑规则,快速获取想法吏程序的逻辑结构标准化,使功能逻辑更合理,减少重 复,没有遗漏易于发现程序交互设计的漏洞和问题易于调整功能让其他人快速了解软 件功能设计。

# 实验二 手机 App 原型开发设计

## 一、实验目的

1. 熟悉交互设计的原则;

2. 掌握使用墨刀设计手机 App 原型。

#### 二、实验内容

1. 熟悉交互设计的原则;

2. 掌握使用墨刀设计手机 App 原型。

#### 三、实验仪器

1. 计算机1台。

#### 四、实验基本原理

交互原型设计是基于交互设计的基础准则,对产品进行具象化的图形表达设计。 这是设计师在接到产品需求之后,经过一系列分析,将抽象的文字产品需求转化成具 体的图形产品方案的产物。一份优秀的交互原型不仅必须提供一个好的解决方案,还 需符合基本的设计原则,使用符合规范的控件,并对各种可能出现的情况都给予考虑 和展现。

在交互原型设计过程中,设计师通常使用各种专业的原型图软件,如即时设计、 AxureRP、InVision、Justinmind 和 Balsamiq 等,这些软件提供了强大的绘图、设计、 交互和协作功能,使设计师能够轻松地创建精美的界面和图形,实现复杂的动画和状态转换,以及实时的分享和评论反馈。

总之,交互原型设计是产品开发过程中至关重要的一环,它确保了产品在实际开 发前就已经具备了良好的用户体验和交互效果,为后续的开发和测试工作奠定了坚实 的基础。

#### 五、实验方法与步骤

1. 实验方法:

模仿摩拜单车,采用墨刀(MockingBot)软件进行交互原型设计。

2. 实验步骤:

(1) 设置相应参数完成初始创建。

!拜单车		
手机	平板	网页/电视
0		+
Watch	其他设备	自定义

图1 创建项目

(2) 导入启动页面和启动图标。

摩拜单车 ~	个人收置 預 我的坚果云 □ Desktop ▲ 应用程序	(m) 金币.png	了 更.png	x.png	启动页.png		۲	< <u>/</u> >	2
<b>した</b> 定 の の の の の の の の の の の の の	中で 品川市はか 画 単式使用 面 散力 雪 支稿 一 学校文档 画 環報 ■ 課程 ■ 「下載 □ [C] Windows 7 iCloud 在算	ET码 Jpg 致的消息.png	H码的副本-gif IE码的副本-gif IEEon.png	Riff.png QQ.png	and cong	Co R.png	高辑项目	1	工作法
()	LindtxinkairyMacBook Pro Macintosh HD 选项				- E	<b>X)消</b> 打开			
启动页面/封面		主页		क्र	面 2				
360 × 640		360 × 640		360	× 640				

图 2 导入图标

(3)将地图添加至未登录页面,并添加相应的功能按钮。



图 3 未登录页面的地图添加

- 0 🔸 . 0 ④ 添加新页面 \*= • 链接上一页 未登录 - 默认状态 • Q. 搜索页面 🗄 🔡 12:00 2 单击 ▼ 面 :2 4 摩拜单车 يو ■ 未登录 行为 跳转页面 🔻 . 登录和注册 🔻 登录和注册 页面 ✓ 重置目标页初始状态及位置 . 动效 🔶 右移入 🔻 200ms 🔻 动效时长 延迟 0ms \* • • . 7001 InterContinent Beijing Financial Stre 北京金融街洲际酒 · Seasons Plac HE C 1 扫码开锁 0 ↓ 拖动调节页面高度 ↑ 0
- (4) 对"未登录"页面进行优化,添加登录及扫描开锁等功能按钮。

图 4 未登录页面的优化

(5) 制作"登录和注册"页面。



图 5 设置"登录和注册"页面

(6)"状态"的用法和首页制作。



图 6 设置手机验证功

## (7) 制作"个人中心"页。



图 7 个人中心页面

(8)制作"我的消息"页。



图 8 "我的消息"页面

(9)制作"扫码开锁"页。



图 9 扫码开锁页面

(10) 对以上各个页面的工作流程进行设计。



图 10 工作流程设计

## 六、实验操作注意事项

1. 做实验之前必须熟悉产品的整个流程。

2. 在学习设计过程中,应该在老师的指导下进行,切勿盲目进行实验。

3. 实验完毕后,要保留好自己的设计成品。

4. 注意搞好实验室的清洁。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录(将绘制的成品图截图附在实验记录表中):

	摩拜原型开发截图	自设主题设计成品图
截图		

#### 2. 结果与分析

(1)更换成一个自己熟悉的产品,进行原创开发。

(2) 替换不同的图形结构,使得设计成品更加优美。

#### 3. 实验结论

通过对 MockingBot 软件的使用,掌握了摩拜单车原创设计,并且理解人机交互页面的设计思路

## 实验三 移动交互 H5 轻应用的设计

### 一、实验目的

1. 熟悉移动应用设计的基本规范;

2. 掌握使用"易企秀"设计 H5 轻应用交互程序。

#### 二、实验内容

1. 熟悉 H5 轻应用的基本设计原理;

2. 熟练操作易企秀在线设计工具设计基本的 H5 应用程序,设计"无人驾驶车 试乘试驾"自的报名海报。

#### 三、实验仪器

1. PC 机 1台。

#### 四、实验基本原理

移动交互设计是用户体验设计的重要组成部分,它涉及用户与移动设备之间的信息交流和操作方式。本文将详细介绍移动交互设计的核心要素,包括用户目标与需求、 界面布局与元素、交互流程与操作、反馈与提示设计、动画与过渡效果、适配性与响 应性、可用性与可访问性,以及设计与测试迭代等方面。

移动交互设计是一个复杂而细致的过程,需要设计师综合考虑用户需求、界面布局、交互流程、反馈提示、动画效果、适配性、可用性等多个方面。通过不断地学习和实践,掌握移动交互设计的核心技能和思路,为用户带来更加优秀的产品体验。

H5页面是一种基于 HTML5 技术的网页设计形式,具有高度的互动性和可视化效果,可实现多种媒介元素的无缝融合,包括图片、音频、视频、动画等。这种页面形式适用于移动设备和 PC 端,因此在互联网营销、数字媒体、品牌宣传等领域被广泛应用。

#### 五、实验方法与步骤

1. 实验方法:

本实验利用易企秀,制作一个基于H5页面的关于无人车试乘试驾的一个邀请函。

#### 2. 实验步骤:

(1)项目创建和平台功能熟悉;



图1项目的创建

(2) 制作邀请函页面;



- 图 2 H5 页面邀请函
- (3) H5 多页面的制作;



#### 图 3 H5 多页面制作

## 六、实验操作注意事项

1. 做实验之前必须熟悉产品的整个流程。

2. 在学习设计过程中,应该在老师的指导下进行,切勿盲目进行实验。

3. 实验完毕后,要保留好自己的设计成品。

4. 注意搞好实验室的清洁。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录(将绘制的成品图截图附在实验记录表中):

	试驾邀请函多页面截图	自设主题设计成品图
截图		

#### 2. 结果与分析

(1)更换成一个自己熟悉的产品,进行原创开发。

(2) 替换不同的图形结构,使得设计成品更加优美。

#### 3. 实验结论

通过易企秀,掌握制作基于 H5 页面的方法,并且理解移动交互页面的设计思路。

## 实验四 移动端网络接口调用的实现

## 一、实验目的

1. 熟悉网络接口调用的方法;

2. 掌握在移动端调用网络接口。

#### 二、实验内容

1. 认知 HTTP 协议与 GET、POST 方法熟悉 JSON 格式;

2. 熟悉移动端调用网络接口的办法;

3. 熟练操作 App Inventor 调用简单的网络 API 接口。

#### 三、实验仪器

1. PC机 1台;

2. 安卓手机 1部。

#### 四、实验基本原理

移动端网络接口调用是移动应用开发中的核心环节,它涉及到应用程序与远程服 务器之间的数据交互。可以有效地在移动端应用程序中调用网络接口,实现与远程服 务器的数据交互。同时,随着技术的不断发展,新的网络请求库和工具不断涌现,开 发者可以根据项目的具体需求选择适合的工具和库来提高开发效率和应用的性能。

HTTP(Hypertext Transfer Protocol,超文本传输协议)是一种应用层的协议,是 互联网上应用最为广泛的一种网络协议。所有的 WWW 文件都必须遵守这个标准。 设计 HTTP 最初的目的是为了提供一种发布和接收 HTML 页面的方法。

网络 API 接口,全称应用程序接口,是一种软件程序之间的通信方法,允许不同 的应用程序相互交流和共享数据。它定义了一套标准的通信协议,使得开发人员能够 使用特定的函数、方法或协议来交换信息。API 接口在互联网开发中扮演着重要角色, 为企业提供了连接数字世界的桥梁。API 接口的应用场景非常广泛。它可以用于数据 交换,实现不同系统之间的数据交互,如支付平台上的订单处理;也可以用于应用集 成,将一个应用的数据或功能集成到另一个应用中,如地图功能的集成;此外,API 接口还可以用于数据分析、自动化任务、移动应用开发等多种场景。通过 API 接口, 企业可以将其内部数据以标准格式提供给合作伙伴或第三方应用,实现数据的快速流 通和价值的最大化。同时,API 接口也提供了身份验证、访问控制等安全机制来保护 数据的安全。在使用 API 接口时,开发人员需要了解接口规范,包括接口的 URL、 请求方法、请求参数和响应格式等,然后构建请求并发送至服务器,处理服务器返回 的响应数据。在调用过程中,还需要注意安全性、性能优化、错误处理以及兼容性等 问题。

## 五、实验方法与步骤

### 1. 实验方法:

本实验利用 App Inventor 调用简单的网络 API 接口。

#### 2. 实验步骤:

(1) 添加 PostWoman Http 接口调试插件;

licrosoft   Edge 外接雨	PS BETA		78	E Q ₽
Q, http	× 搜索"http"的	<b>吉果</b> 288 个FT服	全 jopnhposecpfgkolkacdmpehi 148 KB/s - 592 KB/838 KB, 回 Demo.ala 日月文5	#lcinf_5#249.cnx 単京1初
← 主页 投关别词选 前期动动能	Û	PostWoman Http提口號試驗件 ***** ch   crep.m 开发為手,Mip接口詞法, post描述, post描述,	Diemo spk CBIR Diemo spk CBIR Ari/Companion spk CBIR	,
□ 持留 □ 通讯 □ 开发人员工具 □ 双乐		HTTP quark (deal) A simple extension using the declarativeNetRequest to ensure you only connect over HTTI	2425 S	u -
<ul> <li>新闻和天气</li> <li>預片</li> <li>高效工作</li> </ul>		Modify Header Value (HTTP Headers) ★★★★ ☆ (I) [Lemants Compon Add, modify or remove a header for any request on desired domains.	0	α
<ul> <li>□ 投票工具</li> <li>□ 約秒</li> <li>□ 社交</li> </ul>		Mudfish - HTTP Proxy ★ ★ ☆ ☆ (b)   Mullish Network Inc. Mudfish is a HTTP Proxy service for Mudfish Cloud VPN users.	0	α.
		HTTP alert Musus Reuseni Adds an interstitial alert before visiting HTTP (insecure) sites.	Ø	α.
	HTTPS	Smart HTTPS * * * * * (19)   Leonards Compson Automatically changes HTTP protocol to HTTPS, and if loading encounters error, reverts it 1	Reack to HTTP.	
		Fiddler Jam		

图 1 PostWoman Http 插件添加

(2) 使用 post 和 get 方法进行调试;

🔞 • Røns 🚺	C BIARS-Example & EST Timeout EST Language-> Click met	+ BERG IS BEG H JON REIA 8 1
Q %\545557	请输入接口名	(4) 未选择环境 •
<ul> <li>○ 欄块 ③ 历史记录</li> <li>○ 数以演示-Example</li></ul>	v GET * (#88./#2.1852 POST ⊕ PUT ● ● 92	xa < 80 +
<ul> <li>第示-GET: 手机扫描地查求 ····</li> <li>() 第示-POST: 发生P查求 ····</li> </ul>	DILETE Volue	1.8 M H
<ul> <li>(2) 東京-POST: 登通Form高举争数 ***</li> <li>(3) 東京-JSON: JSON極式争数 ***</li> </ul>	☑ 網底体 片 網底头 ◎ Cookie	
(例 還示-XML: XML档式参数 ***	(8008) 000 JON (2587)87-0 87-2 8728 8708 8087) (\$ 9225	
	<b>说点击「发送」按钮获取购应结果 「帮助文档」</b>	

图2 调试插件

(3) 在微笑比特中新建项目;



图3新建项目

(4) 在 HTTP 客户端中执行 get 请求;

	1.0.448 general de servere	
West 世形化論相 EEENSTROAPP	HE- ME- 178- NB-	🗄 REGEL 🧮 M.7. 🗮 RAZH 🔛 92.• 🗋 Machar-
-#	Syment • 号入(号志 • 國出版團 重制版圖 图出版圖	1018/r 20
IE LA	1026	<b>日</b> り < 000
□         ■		
<ul> <li>◆ 1882501</li> <li>☆ 18848</li> <li>☆ 18848</li> <li>◆ 188478*8</li> </ul>	2 2 - 34 CHIL: 32 CHI ANNOT2488 78 1 34 CHIL: 32 CHI ANNOT2488 84 CHIL: 32 CHI ANNOT288 84 CHIL: 32 CHI ANNOT288	
844. 88	740031001744 - 2440251940174 - 414 (1222-54)25 - 4479-172-82 - 22 - 22 -	1

图 4 执行 get 请求

(5) 将标签文本设置为响应内容;

	Screen1 • 母人/母齿 • 建定屏幕 重制屏幕 图测屏幕		BRRIT BRR
#12	1026		B 5 C 0 0 0 0
0 22 内面块			•
12N			
2本			
E 87			
E 218	当 校祖 秋三旬四 单点击		
FIR.		hitokoto.cn	
<b>2</b> 7 A	调用 [TEEP/JEEP AFGET 请求		
E sta			
■ 28 ♦			
1 A	当 HTTP新户期1回 获得文本		
G C Screen1	网络 网络拉卡斯 网络拉米斯 网络拉米斯		
MM.R-10	AND IN THE ADDRESS OF ADDRES		
A 标题_你石安好, 便是			
HTTP8/P381			
O CENT			

图 5 设置标签文本

(6) 进行测试;



图 6 测试结果

## 六、实验操作注意事项

- 1. 做实验之前必须熟悉产品的整个流程。
- 2. 在学习设计过程中,应该在老师的指导下进行,切勿盲目进行实验。
- 3. 实验完毕后,要保留好自己的设计成品。
- 4. 注意搞好实验室的清洁。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录(将绘制的成品图截图附在实验记录表中):

	步骤2截图	步骤4截图	步骤5截图	步骤6截图
截图				

### 2. 结果与分析

- (1) 更换成一个自己熟悉的产品,进行原创开发。
- (2) 替换不同的图形结构,使得设计成品更加优美。

#### 3. 实验结论

利用 App Inventor 调用简单的网络 API 接口,认知 HTTP 协议与 GET、POST 方 法熟悉 JSON 格式。

## 实验五 移动端人脸检测实验

## 一、实验目的

1. 了解人脸检测的基本原理;

2. 熟悉常见的人脸识别开源项目;

3. 掌握调用旷视 API 接口进行人脸检测的方法。

#### 二、实验内容

1. 了解人脸识别的基本原理;

2. 熟悉常见的人脸识别开源项目;

3. 熟悉操作 AppInventor 调用旷视 API 接口进行人脸识别认知 HTTP 协议与 GET、 POST 方法熟悉 JSON 格式。

#### 三、实验仪器

3. PC机 1台;

4. 安卓手机 1部。

#### 四、实验基本原理

一、图像采集与预处理

在移动端人脸检测实验中,图像采集是第一步。通过移动设备的摄像头,我们可 以实时获取视频流或静态图像。为了提高人脸检测的准确性和效率,通常需要对采集 到的图像进行预处理。预处理步骤包括但不限于:图像缩放、灰度化、降噪滤波等, 旨在减少光照、噪声等因素对后续处理的影响。

二、人脸特征提取

在图像预处理后,需要对图像进行人脸特征提取。人脸特征提取是通过一定的算法,从图像中提取出与人脸相关的关键信息,如眼睛、鼻子、嘴巴等的位置和形状。 这些特征信息有助于我们确定图像中是否存在人脸,并为后续的人脸识别提供基础。

三、候选框生成与筛选

为了确定人脸在图像中的具体位置,需要生成一系列候选框。这些候选框覆盖图像中可能的人脸区域。然后,根据人脸特征信息,对这些候选框进行筛选,排除明显

53

不符合人脸特征的候选框,从而缩小人脸检测的搜索范围。

四、深度学习模型应用

在移动端人脸检测中,深度学习模型的应用是关键。通过训练大量的人脸图像数据,深度学习模型可以学习到人脸的复杂特征表示。在实际应用中,我们可以将预处 理后的图像输入到训练好的深度学习模型中,模型会自动输出人脸检测的结果,包括 人脸的位置、大小等信息

五、非极大值抑制处理

在深度学习模型输出人脸检测结果后,往往会存在多个重叠的候选框。为了得到 最准确的人脸位置信息,需要进行非极大值抑制(NMS)处理。NMS 通过比较候选 框的得分和重叠程度,保留得分最高且重叠度较低的候选框,从而得到最终的人脸检 测结果

六、人脸识别与匹

人脸检测完成后,可以进行人脸识别与匹配。这一步骤通常涉及到对检测到的人 脸进行特征提取和编码,然后与已知的人脸库进行比对,以识别出具体的人脸身份。 在移动端应用中,这一功能可以用于身份验证、用户识别等场景。

七、实时性优化技术

由于移动端设备的计算能力和资源有限,为了提高人脸检测的实时性,需要采用 一些优化技术。这包括算法优化、模型压缩、并行计算等。通过这些技术,可以在保 证检测准确性的同时,降低人脸检测的计算复杂度,提高处理速度。

八、安全性与隐私保护

在移动端人脸检测实验中,安全性与隐私保护是不可忽视的问题。在采集、传输 和处理人脸图像数据时,必须遵守相关法律法规,确保用户隐私不被泄露。同时,还 需要采取一系列安全措施,如数据加密、访问控制等,以防止数据被非法获取和滥用。

综上所述,移动端人脸检测实验涉及多个方面的原理和技术。通过深入理解这些 原理和技术,我们可以更好地设计和优化移动端人脸检测系统,为实际应用提供准确、 高效的人脸检测服务。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验利用 App Inventor 调用旷视 API 接口进行人脸识别。

#### 2. 实验步骤:

(1) API 文档的查看,寻找百度 AI 的接口;



### 图 1 API 文档

(2) 接口的测试;





(3) 进行界面设计;

● いたの 田田 化線	9 9	滚滚。 "我道· 打枪、 帮助。"		RANKED (0.8.7) (0.14.4.2)	● ■中文 • Cittainka
脸检测		Screen2 • 号入/号出 • 潮汕屏幕 整新屏幕 参新屏幕			10171R17 0
1726		工作器板	■显示隐藏暗件 小果干机 6 (260×640) •	能作利表 素材外表	相件课程
1年后行				B 🗍 Screen2	2010
电户界面		· · · —		日 📅 水平有局1	D ADDA
BR E				12 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	2 #E8R45
● 开关			▼⊿ 🔒 10:24	2 Rec. 10	□ 最高自动相致差片
AL 10		人脸检测	1	- (23:55)	图片
101					R
文本輸入框		10.81 40.00			Rif. Co.
- 把彩釉入板					BOC 0 +
#34					0.0
201			ſ		
7 1045			1		1.0
****					
要求有动作					0.0
信息对话框					
0.001/240					A F 28:2
FIRZIPE					
列表显示相					A Ft 2.81:-2
293/46	۲				ABRA
文件选择框	0				
MO-24HE					
BRARE					
FRAME					
ALIER .					
26.8					
編体					
and an				808 808	

图 3 界面设计
(4) 拍照相册和发送 post 请求;

Walle BERGER	81 · 88 · 178 · 88 ·		E 10/42 E 47 8 4418
人植物制	Scored . BAURE . BAUR BAUR BAUR		
80 C	Inde		H 5 000 0 E
IMM           II ANEAL           II	CONTRACTOR CONTRACTOR OF CONTR		

图 4 执行 post 请求

(5) 服务器响应处理;



图 5 人脸检测结果

## 六、实验操作注意事项

- 1. 做实验之前必须熟悉产品的整个流程。
- 2. 在学习设计过程中,应该在老师的指导下进行,切勿盲目进行实验。
- 3. 实验完毕后,要保留好自己的设计成品。
- 4. 注意搞好实验室的清洁。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录(将绘制的成品图截图附在实验记录表中):

	图像1识别	图像2识别	图像3识别	图像4识别
截图				

#### 2. 结果与分析

(1)选用不同的人脸进行识别。

(2) 替换不同的 API,测试是否依然能够识别。

#### 3. 实验结论

本实验利用 App Inventor 调用旷视 API 接口进行人脸识别,熟悉操作 AppInventor 调用旷视 API 接口进行人脸识别认知 HTTP 协议与 GET、POST 方法熟悉 JSON 格式。

# 实验六 移动端图像分类实验

## 一、实验目的

1. 了解机器学习的基本流程;

2. 了解常见的图像分类方法;

3. 掌握使用 EasyDL 定制图像分类的方法。

#### 二、实验内容

1. 使用 EasyDL 进行小猪佩奇、猪八戒普通猪等的定制图像分类。

2. 熟悉操作 App Inventor 调用百度 web API 接口实现人工智能 app。

#### 三、实验仪器

5. PC机 1台;

6. 安卓手机 1部。

#### 四、实验基本原理

一、图像获取与预处理

在移动端图像分类实验中,首先需要获取图像数据。这通常通过移动设备的摄像 头拍摄或选取相册中的图片来实现。获取图像后,为了提升后续处理的准确性和效率, 通常需要对图像进行一系列预处理操作。这些预处理步骤可能包括调整图像大小、归 一化像素值、灰度化、滤波去噪等,以消除噪声和光照条件对图像质量的影响。

二、特征提取技术

特征提取是图像分类中的关键步骤,旨在从图像中提取出对分类任务有用的信息。 传统的方法可能依赖于手工设计的特征,如 SIFT、SURF 等,这些方法能够捕获图像 的局部纹理和形状信息。然而,随着深度学习的发展,卷积神经网络(CNN)等模型 能够自动学习到高层次的图像特征,大大提高了特征提取的效率和准确性。

三、机器学习算法

在图像分类任务中,机器学习算法的选择对于分类性能至关重要。常用的机器学 习算法包括支持向量机(SVM)、随机森林、K近邻等。这些算法能够利用提取的特 征对图像进行分类。然而,由于深度学习在图像处理领域的出色表现,近年来卷积神 经网络(CNN)等深度学习模型在图像分类任务中得到了广泛应用。

四、模型训练与优化

模型的训练和优化是确保分类性能的关键步骤。在训练阶段,我们使用标注好的 图像数据对模型进行训练,通过反向传播算法和梯度下降等优化方法不断调整模型的 参数,以最小化预测误差。同时,为了防止过拟合,我们可能还需要采用正则化、数 据增强等技术。在优化阶段,我们可以对模型的架构、参数、学习率等进行调整,以 进一步提高分类性能。

五、分类器设计与选择

分类器是图像分类任务中的核心组成部分,它根据提取的特征和训练好的模型对 图像进行分类。在深度学习框架下,分类器通常是由模型的最后一层全连接层组成, 它将前一层提取的特征映射到具体的类别标签上。在选择分类器时,我们需要考虑其 性能、计算复杂度以及是否适合移动端部署等因素。

六、性能评估指标

为了评估图像分类模型的性能,我们需要使用一些定量指标。常见的性能评估指标包括准确率、精确率、召回率、F1 值以及交叉验证等。这些指标能够从不同角度反映模型的分类性能,帮助我们全面评估模型的优劣。

七、移动端部署方案

在移动端进行图像分类实验时,我们需要考虑如何将训练好的模型部署到移动设备上。这通常涉及到模型压缩、转换和优化等步骤。通过模型压缩技术,我们可以减小模型的体积,降低存储和传输成本。同时,将模型转换为适合移动端运行的格式也是必要的。此外,为了提升移动端运行的效率,我们还需要对模型进行优化,如利用硬件加速、并行计算等技术。

综上所述,移动端图像分类实验涉及多个方面的原理和技术。通过深入理解这些 原理和技术,我们可以设计并实现高效、准确的移动端图像分类系统,为实际应用提 供有力的支持。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验操作 App Inventor 调用百度 web API 接口实现人工智能 app,来进行图片分类。

59

- 2. 实验步骤:
- (1) 定制图像分类模型。

模型中心	发布模型							
我的模型	选择模型:	猪猪过大年	~		标准接口规范	古參考		
合時書構用	14-12 LE + .	14			标准接口请家	校参考说	8明:	
COME DRIVE	选择版本,	VI	*		字段名称	必须	类型	说明
训练模型	* 服务名称: * 接口地址:	猪猪过大年 https://aip.baidubce	e.com/rpc/2.0/	ai_custom/v	image	是	string	图像数据,base64编码,要求 base64编码后大小不超过4M, 最短边至少15px,最长边最大
发布模型		1/classification/ pi	gpig		top num	-	number	4096px,支持jpg/png/bmp格式
及中候望 其他要求:		您的需求,请描述希望解决 字以内		标准接口响应字段说明:				
AN AD AM ANY YO			I		字段名称	必须	类型	说明
致描集管理				0/500	log_id	是	number	唯一的log id,用于问题定位
创建数据集		提交申请		200 M	error_code	否	number	错误码,当请求错误时返回
接口数据管理		如果有私有化部曹禦求.	请点此申请		attor men	25	etring	错误描述信息,当请求错误时返

- 图1 定制图像分类
- (2) 进行网站配置。

Û	◎ 全局				
88	EasyDL定制训练平台	产品服务 / Eas	yDL定制训练平台 - 云服务权限管理		
>	概览	云服务权	限管理		
÷	应用列表	服务权	限管理		
φ	监控报表	支持为您或者他人的AppID配置可用服务权限。			
⊕	技术文档	序号	服务名称	相关操作	
₩.	云服务权限管理	1	猪猪迎大年	配置北限	
Ξ	离线服务管理	2	西游记识别	配置权限	
643	本地部署包管理				
ø	售卖已发布服务				

图 2 网站配置

(3) 进行界面设置与基础代码编写。

App Inventor 2 WxBit 汉化增强版	项目 • 连接 • 生成APK • AI伴侣 关于	我的项目	田 展厅 🛃 反馈	🗄 中文 👻 🔯 ldtxinkai 👻 🛞
pig	Screen1 · 增加屏幕 复制屏幕 删除屏幕			组件设计 逻辑设计
機块 文本 列表 颜色 文量 过程 G Screen1	工作曲板 の 定义过程 包括名 返回 ●	3		
<ul> <li>▲ 医療 1</li> <li>○ 大平布馬1</li> <li>※ 技切1</li> <li>▲ 板短1</li> <li>▲ 板短1</li> <li>■ 致優遠港町1</li> <li>■ 列表显示町1</li> <li>● 読む所町1</li> <li>▲ 信息均減町1</li> </ul>	<ul> <li>② 定义过程 执行</li> <li>③ 定义过程</li> <li>③ 定义过程</li> <li>④ 定义过程</li> <li>④ 定义过程</li> <li>● 定义过程</li> <li>● 定义过程</li> <li>● 通用过程</li> <li>● 通用过程</li> </ul>			
Hone Section 2015     Hone Section 2015     任意現日     任意     任意現日     任意     任意現日     任意現日     任意     任意現日     任意     任	③ 測用过程         ● 透音径近 ● 透薄瓷成           测用过程         ● 透音径近 ● 透音           線入列表         ● 通用 发送图片           線入列表         ● 波波密度           2012         ● 建合金           2012         ● 建合金	]。(法中项) ↔		<ul><li>⊕</li><li>⊕</li><li>□</li></ul>

图 3 界面设置

(4) 发送图片的实现。

App Inventor 2 WxBit 汉化增强版	项目 + 连接 + 生成APK + AI作名 关于 我的项目 Ⅲ 展厅 🙍	反馈 🔡 中文 🕶 ldtxinkai 🕶 🔶
pig	Screen1 · 增加屏幕 复利用幕 把除用幕	相件设计 逻辑设计
P3     P3	工作服装     第二件服装     第二件     第二     第二	
■ 任意照相机 重命名 删除	) 列表显示值1~	

图 4 图片发送界面

(5) 测试图片识别结果;



图 5 图片识别置信度

## 六、实验操作注意事项

- 1. 做实验之前必须熟悉产品的整个流程。
- 2. 在学习设计过程中,应该在老师的指导下进行,切勿盲目进行实验。
- 3. 实验完毕后,要保留好自己的设计成品。
- 4. 注意搞好实验室的清洁。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录(将绘制的成品图截图附在实验记录表中):

	图像1识别	图像2识别	图像3识别	图像4识别
截图				

## 2. 结果与分析

(1)选用不同的4组图片进行识别。

(2) 替换不同的 API,测试是否依然能够识别。

#### 3. 实验结论

本实验利用操作 App Inventor 调用百度 web API 接口实现人工智能 app,使用 EasyDL 进行小猪佩奇、猪八戒普通猪等的定制图像分类。

# 《机器人操作系统与编程应用》实验

- 实验一 Linux Ubuntu 入门基础
- 实验二 小乌龟速度控制
- 实验三 小乌龟速度接收实验
- 实验四 了解 ROS 实用工具
- 实验五 基于传感器的闭环控制仿真实验
- 实验六 语音识别和自主导航综合应用
- 实验七 颜色特征提取和目标定位
- 实验八 基于三维视觉的物品检测和抓取实验
- 实验九 基于 ROS 的服务机器人应用实验

# 实验一 Linux Ubuntu 入门基础

### 一、实验目的

- 1. 熟悉 Linux Ubuntu 操作系统的基本界面和操作方式。
- 2. 掌握 Linux Ubuntu 的常用命令和文件操作方法。
- 3. 理解 Linux Ubuntu 的目录结构和工作原理。
- 4. 培养对 Linux 操作系统的兴趣和基本应用能力。

#### 二、实验内容

- 1. 熟悉 Ubuntu 界面与基本操作。
- 2. 学习常用命令。
- 3. 了解文件与目录结构
- 4. 安装和配置软件包。
- 5. 进阶操作与探索。

## 三、实验仪器

- 1. 安装有 Linux Ubuntu 操作系统的计算机或虚拟机。
- 2. 网络连接(用于下载和安装必要的软件包)。

## 四、实验基本原理

以下是本节课所使用的 Linux 常用命令的实验原理:

1.cd 命令: 通过改变当前工作目录, 实现在文件系统中的导航。

2.创建文件命令(如 touch):在指定位置创建一个新的文件。

3.用户相关命令:

useradd: 添加新用户,涉及到系统用户管理机制。

passwd: 设置用户密码,确保用户的安全性。

#### 五、实验方法与步骤

### 1. 实验方法:

本实验通过实际操作命令,观察系统的反馈和结果,理解命令的功能和效果。比 较不同命令的用法和输出差异,深入理解它们的特点和适用场景。按照命令的语法和 参数要求,逐步尝试不同的组合和选项,探索更多的功能和应用。另外模拟实际工作 中的需求,运用相关命令解决具体问题。

#### 2. 实验步骤:

(1) 打开计算机或启动虚拟机,进入 Ubuntu 桌面环境。

(2) 熟悉桌面布局,包括任务栏、开始菜单、侧边栏等。

(3) 尝试打开终端(Terminal),了解终端的基本使用方法。

(4) 使用`ls`命令结合通配符查看文件和目录。

(5) 使用`tree`命令(可能需要先安装)查看目录的树形结构。

(6) 理解 Ubuntu 的根目录(`/`)下的主要子目录及其作用,如`/etc`、

`/usr`、`/var`等。

#### 六、实验操作注意事项

1. 谨慎使用删除命令:如rm命令,避免误删重要文件。

- 2. 权限问题:注意当前用户是否有足够的权限执行某些操作。
- 3. 仔细核对命令和参数:确保输入的命令和参数正确无误。
- 4. 做好备份:在进行可能有风险的操作前,先对重要文件进行备份。
- 5. 了解命令的影响范围:明确命令会影响哪些文件或目录。
- 6. 及时保存工作:避免因意外情况导致工作丢失。
- 7. 注意系统提示信息:认真对待系统给出的提示和错误信息。

### 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:如 Linux 常用命令

实验序号	命令	操作内容	结果记录
1	cd	切换到指定目录	切换的目录路径
2	touch	创建文件	创建的文件名称
3	useradd	添加用户	添加的用户名称
4	passwd	设置用户密码	设置的密码

#### 2. 结果与分析

(1) 对于 cd 命令, 能够成功切换到指定目录, 验证了其导航功能。

(2) 创建文件的命令执行后,成功创建了指定名称的文件,观察到文件的存在。

(3)用户相关命令的操作顺利完成,新用户被添加,密码设置成功,用户切换正常。

(4)通过分析结果,可以进一步理解这些命令的实际效果和应用场景,以及可能遇到的问题和 解决方法。同时,也可以对比不同命令的差异和特点,加深对 Linux 操作系统的认识。

#### 3. 实验结论

(1)掌握了常用命令的基本操作:通过实验,熟练掌握了 cd、创建文件、用户管理等常用命令的使用方法。

(2) 加深了对 Linux 系统的理解:进一步了解了 Linux 操作系统的文件结构和用户管理机制。

(3) 熟悉了命令行操作的便捷性: 体会到命令行在系统管理和操作中的高效性。

(4) 意识到准确操作的重要性:明白在使用命令时需要仔细核对,以避免误操作。

(5)为进一步学习 Linux 奠定基础:本次实验为深入学习和应用 Linux 提供了良好的开端。

# 实验二 小乌龟速度控制

## 一、实验目的

1. 掌握 ROS(Robot Operating System)机器人操作系统的基本原理和使用方法。

- 2. 熟悉 ROS 中节点的创建、消息的发布与订阅机制。
- 3. 学会使用 ROS 控制小乌龟(turtlebot)的速度。

## 二、实验环境

1. Ubuntu 操作系统

2. ROS Melodic Morenia 或更高版本

3. turtlebot 仿真环境或实体 turtlebot

### 三、实验内容

本实验将通过编写 ROS 节点来控制小乌龟(turtlebot)的速度。我们将使用 ROS 的 `geometry\_msgs/Twist`消息类型来发布速度指令,该消息类型包含线速度和角速度信息。

## 四、实验步骤

#### 1. 安装和配置 ROS 环境

确保已经正确安装和配置了 ROS 环境。如果尚未安装,请参照 ROS 官

方文档进行安装。

#### 2. 启动 turtlebot 仿真环境(如使用仿真环境)

在终端中输入以下命令启动 turtlebot 仿真环境:

```bash

#### roslaunch turtlebot\_gazebo turtlebot\_world.launch

### 3. 创建 ROS 节点

使用你熟悉的文本编辑器创建一个新的 ROS 节点,例如命名为

`turtlebot speed control.py`。在该文件中,我们需要编写代码来创建一个

发布者,用于发布`geometry\_msgs/Twist`类型的消息。

示例代码片段:

```python

#!/usr/bin/env python

import rospy

from geometry\_msgs.msg import Twist

def speed\_control():

# 初始化 ROS 节点

rospy.init\_node('turtlebot\_speed\_control', anonymous=True)

# 创建一个发布者,发布 geometry\_msgs/Twist 类型的消息到/cmd\_vel 话题

pub = rospy.Publisher('/cmd\_vel', Twist, queue\_size=10)

# 设置发布频率

rate = rospy.Rate(10) # 10Hz

while not rospy.is\_shutdown():

# 创建一个 Twist 消息对象

twist = Twist()

# 设置线速度和角速度(示例值,可根据需要调整)

twist.linear.x = 0.2 # 前进速度

twist.angular.z = 0.0 # 旋转速度

# 发布 Twist 消息

pub.publish(twist)

# 按照设定的频率休眠

rate.sleep()

if \_\_\_\_\_\_ === '\_\_\_\_main\_\_\_':

try:

speed\_control()

except rospy.ROSInterruptException:

pass

4. 运行 ROS 节点

在终端中运行你创建的 ROS 节点:

```bash

chmod +x turtlebot speed control.py # 添加执行权限

rosrun your\_package\_name turtlebot\_speed\_control.py # 替换 your package name 为你的包名

5. 观察小乌龟的运动

在启动 ROS 节点后,你应该能够看到 turtlebot 在仿真环境中按照你设定的速度移动。如果使用的是实体 turtlebot,则应该能够观察到它在实际环境中移动。

#### 五、实验总结

通过本实验,你应该已经掌握了如何使用 ROS 控制小乌龟(turtlebot)的速度。你可以尝试调整线速度和角速度的值,观察 turtlebot 的运动状态变化。此外,你还可以进一步探索 ROS 的其他功能,如传感器数据的读取、路径规划等。

## 实验三 小乌龟速度接收实验

## 一、实验目的

1. 掌握 ROS(Robot Operating System)机器人操作系统的基本架构和运行机制。

2. 学会使用 ROS 进行机器人控制的基本方法。

3. 理解并实践 ROS 中消息传递机制,特别是如何通过订阅话题(topic) 来接收和处理机器人的速度信息。

4. 通过对小乌龟(turtlebot)速度接收的实验,加深对机器人运动控制的 理解。

## 二、实验环境

1. 硬件环境:安装有 ROS 的计算机或机器人平台,如小乌龟机器人。

2. 软件环境: Ubuntu 操作系统,已安装 ROS 及相关依赖包。

### 三、实验内容

本实验将利用 ROS 的话题(topic)机制,编写一个 ROS 节点(node), 用于订阅小乌龟机器人发布的速度信息,并在终端显示这些速度数据。

## 四、实验步骤

## 1. 创建 ROS 工作空间

1. 打开终端,进入你希望创建工作空间的目录。

2. 运行以下命令创建工作空间:

```bash

mkdir -p ~/catkin\_ws/src

cd ~/catkin\_ws/

catkin\_make

#### 2. 创建 ROS 包

1. 在工作空间的`src`目录下创建一个新的 ROS 包, 假设包名为

`turtle\_speed\_listener`:

```bash

```
cd ~/catkin_ws/src
```

catkin\_create\_pkg turtle\_speed\_listener std\_msgs rospy roscpp

3. 编写 ROS 节点代码 进入你创建的 ROS 包目录:

```bash

cd turtle\_speed\_listener

• • •

```
创建一个 Python 脚本文件,例如`speed_listener.py`,并编写以下代码:
```

```python

#!/usr/bin/env python

import rospy

from geometry\_msgs.msg import Twist

def speed\_callback(data):

linear\_speed = data.linear.x

angular\_speed = data.angular.z

rospy.loginfo(f"Linear Speed: {linear\_speed}, Angular Speed:

{angular\_speed}")

def listener():

rospy.init\_node('speed\_listener', anonymous=True)

rospy.Subscriber('/turtle1/cmd\_vel', Twist, speed\_callback)

rospy.spin()

if \_\_\_\_\_\_ === '\_\_\_\_main\_\_\_':

listener()

这段代码创建了一个名为`speed\_listener`的 ROS 节点,它订阅了 `/turtle1/cmd\_vel`话题,该话题通常用于发布小乌龟机器人的速度命令。 当接收到速度信息时,会调用`speed\_callback`函数,并打印出线性速度和 角速度。

4. 运行 ROS 节点

1. 打开一个新的终端窗口,并启动 ROS 核心:

```bash

roscore

• • •

2. 在另一个终端窗口中,运行小乌龟模拟器(如果还没有运行的话):

```bash

rosrun gazebo\_ros gazebo -s libgazebo\_ros\_factory.so

• • •

或者使用下面的命令来运行 turtlebot\_gazebo:

```bash

rosrun turtlebot\_gazebo turtlebot\_world.launch

• • •

3. 在第三个终端窗口中,运行你编写的`speed\_listener`节点:

```bash

cd ~/catkin\_ws/

source devel/setup.bash

python src/turtle\_speed\_listener.py

## 5. 测试与观察

1. 在小乌龟模拟器中,尝试移动小乌龟。你应该会在`speed\_listener`节点的终端窗口中看到打印出的速度信息。

2. 你可以通过 ROS 的`rqt\_graph`或`rostopic`等工具来进一步观察和分析 话题和节点之间的关系。

## 五、实验总结

通过本次实验,你应该学会了如何创建 ROS 包和编写 ROS 节点,以及 如何使用 ROS 的话题机制来接收和处理小乌龟机器人的速度信息。这个 实验为你进一步学习和应用 ROS 机器人操作系统打下了坚实的基础。

## 实验四 了解 ROS 实用工具

## 一、实验目的

1. 熟悉 ROS(Robot Operating System,机器人操作系统)的基本概念与 架构。

2. 掌握 ROS 实用工具的使用方法,包括 roscore、rosrun、rosnode、rostopic
 等。

3. 理解 ROS 消息通信机制,学习如何创建、发布和订阅话题(topic)。

4. 加深对 ROS 在机器人开发中的应用和优势的理解。

#### 二、实验环境

1. 操作系统: Ubuntu 18.04 或更高版本。

2. ROS 版本: ROS Melodic Morenia 或更高版本。

3. 开发工具: 文本编辑器(如 vim、nano 或 gedit)、ROS 命令行工具。

## 三、实验内容

1. 安装并配置 ROS 环境。

2. 熟悉 ROS 文件系统结构。

3. 使用 ROS 实用工具进行节点管理、话题查看和消息通信。

#### 四、实验步骤

## 1. 安装 ROS 环境

1. 打开终端,按照 ROS 官方文档的指导安装 ROS 环境。

2. 配置 ROS 环境变量, 使得可以在任何终端中使用 ROS 命令。

#### 2. 熟悉 ROS 文件系统结构

1. 查看 ROS 工作空间(workspace)的结构,了解各个文件夹的作用。

2. 了解功能包(package)的概念,并查看一些示例功能包的内容。

## 3. 使用 ROS 实用工具

启动 roscore:

- 打开终端, 输入`roscore`命令启动 ROS 主节点。

- 确认 roscore 已成功启动,并观察终端输出信息。

使用 rosrun 运行节点:

打开另一个终端,使用`rosrun`命令运行一个简单的ROS节点,例如`rosrun

turtlesim turtlesim\_node`.

观察节点的运行状态和输出信息。

使用 rosnode 查看节点信息:

- 在第三个终端中,使用`rosnode list`命令查看当前运行的ROS节点列表。

- 使用`rosnode info <节点名>`命令查看指定节点的详细信息。

使用 rostopic 查看和管理话题:

- 使用`rostopic list`命令查看当前所有话题的列表。

- 使用`rostopic echo <话题名>`命令查看指定话题上发布的消息内容。

- 使用`rostopic pub <话题名> <消息类型> <消息内容>`命令向指定话题 发布消息。

#### 步骤四: 创建简单的 ROS 节点和话题通信

1. 创建一个新的 ROS 功能包,并在其中编写一个简单的发布者(publisher) 节点和订阅者(subscriber)节点。

2. 编译并运行这两个节点,观察它们之间的通信过程。

### 五、注意事项

1. 在进行 ROS 实验时,确保已正确安装并配置了 ROS 环境。

2. 注意 ROS 版本的兼容性,避免因为版本不匹配导致的问题。

3. 在编写 ROS 节点时, 遵循 ROS 的编程规范和最佳实践。

在进行实验过程中,注意安全性和稳定性,避免对机器人或其他设备
 造成损害。

#### 六、实验总结

完成实验后,对实验过程进行总结,包括实验过程中遇到的问题、解决

方法以及实验收获。重点总结 ROS 实用工具的使用方法和 ROS 消息通信机制的理解。

## 实验五 基于传感器的闭环控制实验

## 一、实验目的

 理解 ROS(Robot Operating System,机器人操作系统)的基本概念与 架构。

2. 掌握传感器数据的获取与处理方法。

3. 学会实现基于传感器的闭环控制系统。

4. 通过仿真实验,验证闭环控制算法的有效性。

## 二、实验环境

 软件环境: ROS(推荐使用 ROS Melodic 或更高版本), Gazebo 仿真 环境, RViz 可视化工具。

2. 硬件环境:配置适当的计算机或虚拟机,确保能够流畅运行 ROS 和 Gazebo。

## 三、实验内容

本实验将使用 Gazebo 中的仿真机器人,通过 ROS 实现基于传感器的闭 环控制。具体步骤包括:

1. 在 Gazebo 中创建或导入一个机器人模型,并配置相应的传感器(如激 光雷达、摄像头等)。

2. 编写 ROS 节点,用于从传感器获取数据并进行处理。

3. 设计闭环控制算法,根据传感器数据计算控制量,并通过 ROS 发布控制指令。

4. 在 RViz 中观察机器人的运动轨迹和传感器的实时数据。

5. 分析实验结果,验证闭环控制算法的性能。

#### 四、实验步骤

#### 1. 安装与配置

1. 安装 ROS 和 Gazebo。

2. 配置 ROS 环境变量,确保能够正确运行 ROS 命令。

3. 安装 RViz 可视化工具。

#### 2. 创建或导入机器人模型

在 Gazebo 中创建一个简单的机器人模型,或者从网上导入一个现有的模型。

为机器人添加传感器,如激光雷达或摄像头,并配置相应的参数。

3. 编写 ROS 节点

创建一个 ROS 包,用于存放本实验的代码。

编写一个 ROS 节点,用于从传感器获取数据。使用 ROS 的传感器接口或自定义的消息类型来获取数据。

对传感器数据进行预处理,如滤波、去噪等。

#### 4. 设计闭环控制算法

1. 根据实验需求,选择合适的闭环控制算法,如 PID 控制、模糊控制等。

2. 根据传感器数据计算控制量,如速度、方向等。

3. 将控制量转换为 ROS 的控制指令,如速度指令、关节角度等。

#### 5. 发布控制指令并观察结果

1. 在 ROS 中发布控制指令, 使机器人按照设计的闭环控制算法进行运动。

2. 在 Gazebo 中观察机器人的运动轨迹和传感器的实时数据。

3. 使用 RViz 进行可视化展示,方便观察和调试。

#### 6. 分析实验结果

 记录实验过程中的关键数据,如机器人的运动轨迹、传感器的数据变 化等。

77

2. 分析实验结果,验证闭环控制算法的有效性,并讨论可能的改进方案。

## 五、注意事项

1. 在实验过程中,注意保持 ROS、Gazebo 和 RViz 的同步运行。

2. 根据实验需求,合理设置传感器的参数和闭环控制算法的参数。

3. 在编写 ROS 节点时,注意代码的可读性和可维护性,方便后续修改和 扩展。

4. 实验结束后,及时清理实验环境,关闭相关软件,释放资源。

## 六、实验总结

通过以上步骤,能够完成基于传感器的闭环控制仿真实验,进一步加深对 ROS 和闭环控制的理解与应用。

# 实验六 语音识别和自主导航综合应用 -、实验目的

掌握 ROS(Robot Operating System)机器人操作系统的基本框架和应用。

熟悉语音识别的基本原理和实现方法,了解语音识别在机器人交互中的应用。

3. 掌握自主导航的基本原理和算法,实现机器人在环境中的自主移动。

 通过综合应用语音识别和自主导航技术,提高机器人的智能化水平和 交互能力。

#### 二、实验环境

1. 硬件环境:具备 ROS 支持的机器人平台(如 TurtleBot 等),包括麦克风、扬声器、摄像头、激光雷达等传感器。

2. 软件环境:安装 ROS 系统,配置好机器人驱动和相关软件包。

## 三、实验内容

1. 搭建 ROS 工作环境, 配置机器人硬件和软件。

实现基于 ROS 的语音识别功能,将语音命令转换为机器人可识别的指令。

3. 实现基于 ROS 的自主导航功能, 使机器人能够在环境中自主移动并避 开障碍物。

 综合应用语音识别和自主导航技术,实现机器人对语音指令的响应并 执行相应动作。

#### 四、实验步骤

## 1. 搭建 ROS 工作环境

1. 安装 ROS 系统,并配置好工作环境。

79

2. 连接机器人硬件,确保传感器正常工作。

#### 2. 实现语音识别功能

选择合适的语音识别软件包(如 pocketsphinx\_ros 等),并进行安装和配置。

编写 ROS 节点,实现语音识别的功能,将语音信号转换为文本信息。 配置 ROS 话题,将识别结果发布到相应的话题上,供其他节点订阅使用。

#### 3. 实现自主导航功能

选择合适的自主导航软件包(如 move\_base 等),并进行安装和配置。 配置机器人的地图和定位信息,确保机器人能够感知自身位置和周围环 境。

编写 ROS 节点,实现机器人的自主导航功能,包括路径规划、避障等。

4. 综合应用

1. 编写一个综合应用的 ROS 节点,订阅语音识别节点发布的话题,根据 识别结果执行相应的导航任务。

2. 通过测试和调整,优化语音识别的准确性和自主导航的稳定性。

#### 五、实验总结

在实验结束后,对实验过程和结果进行总结,分析语音识别和自主导航 技术在机器人应用中的优势和不足,提出改进和优化的建议。同时,通 过本次实验,加深对 ROS 机器人操作系统的理解和应用能力。

80

## 实验七 颜色特征提取和目标定位

## 一、实验目的

1. 掌握 ROS (Robot Operating System) 机器人操作系统的基本使用方法。

2. 学会利用 ROS 进行图像处理和颜色特征提取。

3. 学会利用 ROS 实现目标定位的基本方法。

4. 培养学生的实际操作能力和问题解决能力。

## 二、实验环境

1. 硬件环境:具备 ROS 支持的机器人硬件平台,包括摄像头、移动底盘等。

2. 软件环境: Ubuntu 操作系统, ROS 机器人操作系统, 图像处理库(如 OpenCV)等。

#### 三、实验内容

本实验的主要内容是通过 ROS 机器人操作系统,利用摄像头捕捉图像, 提取图像中的颜色特征,并根据颜色特征实现目标的定位。

#### 四、实验步骤

1. 环境搭建与配置

- 安装 Ubuntu 操作系统。
- 安装 ROS,并配置 ROS 工作环境。
- 安装必要的 ROS 包,如图像处理相关的包、导航包等。
- 配置并测试摄像头,确保能够正常获取图像数据。
- 2. 颜色特征提取

- 使用 ROS 提供的图像话题,订阅摄像头的图像数据。

- 利用 OpenCV 或其他图像处理库,编写 ROS 节点,实现颜色空间的转换(如 RGB 到 HSV)。

- 设定目标颜色的颜色范围,从图像中提取出目标颜色区域。

- 可视化提取结果,比如将目标颜色区域以特定颜色标记出来。

3. 目标定位

- 根据提取出的颜色特征,确定目标在图像中的位置(如中心坐标)。

- 若有需要,可以使用图像处理技术进一步优化目标定位的精度。
- 将目标位置信息转换为机器人坐标系下的位置信息。
- 利用 ROS 的导航功能,控制机器人向目标位置移动。
- 4. 实验测试与结果分析

- 在不同的光照条件和背景下进行测试,观察颜色特征提取和目标定位的效果。

- 分析实验结果,记录成功和失败的情况,并讨论可能的原因和改进方法。

#### 五、注意事项

- 1. 在实验过程中,注意保护机器人硬件,避免碰撞和损坏。
- 2. 遵循 ROS 的开发规范,编写清晰、可维护的代码。
- 3. 在处理图像数据时,注意图像数据的实时性和准确性。
- 4. 在目标定位时,注意考虑机器人的运动学约束和环境因素。

#### 六、实验评估

实验评估将基于以下几个方面进行:

- 1. 能否成功搭建 ROS 环境并配置摄像头。
- 2. 能否正确提取出目标颜色特征。
- 3. 能否实现准确的目标定位。
- 4. 能否编写清晰、规范的 ROS 节点代码。
- 5. 实验报告的质量和深度。

## 实验八 物品检测和抓取实验

## 一、实验目的

本实验旨在通过三维视觉技术,实现物品的检测和抓取功能,以加深对机器人操作系统(ROS)和计算机视觉在机器人领域应用的理解。具体目标包括:

1. 掌握 ROS 的基本框架和使用方法;

2. 熟悉三维视觉传感器的工作原理和数据处理流程;

3. 学会利用 ROS 和计算机视觉库实现物品的检测和定位;

4. 能够编写机器人抓取物品的 ROS 节点和程序;

5. 培养学生的实践能力和创新精神。

#### 二、实验环境

. 硬件环境: ROS 兼容的机器人平台(如 TurtleBot 等)、RGB-D 相机(如 Kinect 或 RealSense 等)、机械臂及抓取器;

 软件环境: Ubuntu 操作系统、ROS(推荐版本为 Melodic Morenia 或 Noetic Ninjemys)、三维视觉处理库(如 PCL等)、机器人仿真软件(如 Gazebo等,可选);

3. 开发工具: ROS 开发工具(如 rqt\_graph、rostopic 等)、C++或 Python 编程环境。

### 三、实验内容

1. ROS 环境搭建与配置:安装 ROS 及相关依赖库,配置机器人平台与 RGB-D 相机的通信;

2. 相机标定与校正:对 RGB-D 相机进行标定,获取内外参数,校正图像 畸变;

83

3. 三维点云获取与处理:通过 RGB-D 相机获取环境的三维点云数据,并进行滤波、分割等预处理操作;

物品检测与定位:利用点云处理算法或深度学习模型,实现物品的自动检测和空间定位;

 5. 抓取规划与控制:根据物品位置和姿态,规划机械臂的运动轨迹,控 制抓取器进行抓取操作;

 6. 实验结果分析与优化:对实验结果进行定量和定性分析,针对不足之 处进行优化改进。

#### 四、实验步骤

1. ROS 环境搭建与配置

在 Ubuntu 系统上安装 ROS 及相关依赖库;

配置机器人平台与 RGB-D 相机的通信接口,确保数据能够正确传输。 2. 相机标定与校正

使用 ROS 提供的相机标定工具或第三方软件对 RGB-D 相机进行标定;

获取相机的内外参数,并应用于后续的图像处理中。

3. 三维点云获取与处理

启动 RGB-D 相机节点,获取环境的三维点云数据;

对点云数据进行滤波操作,去除噪声和离群点;

根据需要进行点云分割,将物品从背景中分离出来。

4. 物品检测与定位

1. 利用 PCL 等三维视觉处理库实现物品的自动检测;

2. 根据检测到的物品特征,进行空间定位,获取物品的位姿信息。

5. 抓取规划与控制

1. 根据物品的位姿信息,规划机械臂的运动轨迹;

2. 编写 ROS 节点和程序, 控制机械臂和抓取器进行抓取操作。

6. 实验结果分析与优化

对实验结果进行定量和定性分析,包括检测准确率、抓取成功率等指标;

 根据分析结果,针对不足之处进行优化改进,如调整检测算法参数、 优化抓取策略等。

#### 五、注意事项

1. 在进行实验前,请确保已充分了解 ROS 和三维视觉的基本原理和相关 知识;

2. 在操作机器人和相机时,请注意安全,避免发生意外伤害;

3. 在编写 ROS 节点和程序时,请遵循 ROS 的编程规范和最佳实践;

 在进行实验过程中,请记录详细的实验数据和结果,以便后续分析和 总结。

## 九 基于 ROS 的服务机器人应用实验

### 一、实验目的

1. 学习和掌握 ROS (Robot Operating System)的基本概念、原理及架构。

2. 熟悉 ROS 中的常用工具和命令,包括节点、话题、服务和动作等。

3. 通过搭建服务机器人应用,理解 ROS 在机器人控制、传感器数据处理和导航等方面的应用。

4. 培养学生在 ROS 平台上进行机器人应用开发和调试的能力。

#### 二、实验环境

1. 硬件环境:

- 服务机器人平台(如 TurtleBot 或其他 ROS 兼容的机器人)

- 笔记本电脑或工作站,用于运行 ROS 和进行应用开发

- 必要的传感器和执行器,如激光雷达、摄像头、电机驱动器等

2. 软件环境:

- Ubuntu 操作系统(推荐 Ubuntu 18.04 或更高版本)

- ROS Melodic Morenia 或更高版本

- 必要的 ROS 包和依赖库

#### 三、实验内容

1. ROS 基础配置与环境搭建

2. 机器人硬件接口与驱动配置

3. 机器人导航与定位功能实现

4. 机器人感知与避障功能实现

5. 机器人语音交互与任务执行功能实现

#### 四、实验步骤

1. ROS 基础配置与环境搭建

安装 Ubuntu 操作系统。

配置 ROS 环境,包括安装 ROS、设置环境变量等。

学习 ROS 的基本概念、工具和命令。

2. 机器人硬件接口与驱动配置

查阅机器人硬件手册,了解各传感器和执行器的接口和协议。

安装并配置机器人相关的 ROS 包和驱动。

测试传感器和执行器的功能,确保它们正常工作。

3. 机器人导航与定位功能实现

配置机器人导航所需的地图和定位算法。

实现机器人的自主定位功能,包括里程计和传感器数据的融合。

实现机器人的路径规划和导航功能,使其能够自主移动到指定位置。

4. 机器人感知与避障功能实现

利用机器人搭载的传感器(如激光雷达、摄像头等)进行环境感知。

实现机器人的障碍物检测和避障功能,确保机器人在移动过程中能够安 全避开障碍物。

5. 机器人语音交互与任务执行功能实现

配置语音识别和语音合成模块,实现机器人的语音交互功能。

设计任务执行流程,使机器人能够根据语音指令执行相应的任务。

测试机器人的语音交互和任务执行能力,优化系统性能。

#### 五、注意事项

1. 在进行实验前,请确保已充分理解 ROS 的基础知识和实验内容。

2. 在进行硬件接口和驱动配置时,请遵循相关手册和安全规范。

3. 在进行机器人功能实现时,请注意调试和优化算法性能。

4. 如遇问题,请及时查阅 ROS 官方文档和社区资源,寻求帮助。

## 六、实验总结

- 1. 简要介绍实验目的、环境和内容。
- 2. 详细记录实验步骤和过程中遇到的问题及解决方法。
- 3. 分析实验结果,总结 ROS 在服务机器人应用中的优势和不足。
- 4. 提出改进方案和建议,为未来的研究和应用提供参考。

# 《智能控制技术》实验

- 实验一 基于自适应规则库的模糊控制器设计
- 实验二 基于神经网络字符识别系统设计
- 实验三 基于模糊逻辑的工业控制系统设计
- 实验四 基于神经网络火力发电机组故障诊断系统设计

# 实验一 基于自适应规则库的模糊控制器设 计

## 一、实验目的

1. 理解和掌握模糊控制的基本原理和设计方法。

2. 学习如何构建自适应规则库,并将其应用于模糊控制器设计。

3. 通过实际操作,加深对智能控制技术的理解和应用能力。

培养学生的创新思维和实践能力,为将来从事相关领域的研究和工作打下基础。

### 二、实验内容

本实验将通过设计一个基于自适应规则库的模糊控制器,来实现对某一简单系统 的智能控制。具体内容包括:

1. 学习和掌握模糊控制的基本概念和原理。

2. 设计并构建一个自适应规则库,以适应不同的控制需求。

3. 编写模糊控制算法,实现基于自适应规则库的控制策略。

4. 通过仿真实验验证模糊控制器的性能。

### 三、实验仪器

1. 计算机及相关编程软件(如 MATLAB/Simulink)。

2. 仿真软件或实验平台,用于模拟被控对象和控制器。

#### 四、实验基本原理

模糊控制是一种基于模糊集合理论的控制方法,通过模拟人的思维方式和控制经 验来实现对复杂系统的有效控制。本实验中,我们将设计一个模糊控制器,其核心是 一个自适应规则库,该规则库可以根据系统的实时状态动态调整控制规则,以达到最 佳的控制效果。

实验原理图:



图 1 D-H 模糊控制器设计原理图

输入端:系统首先接受一个"给定值",这是希望系统达到的目标或期望值。

模糊化处理:接下来,通过模糊控制器中的模糊化处理单元,将精确的输入值(给定值)转换为模糊量。模糊量是具有不同程度隶属度的集合,能够表示不确定性或模糊性。

模糊控制器:在模糊控制器内部,基于一系列的模糊规则和模糊逻辑运算,对模 糊量进行处理。这个过程考虑了系统的不确定性和非线性,并生成一个模糊的控制策 略。

清晰化处理:经过模糊控制器的处理,得到的控制策略是模糊的,需要通过清晰 化处理将其转换为精确的控制量。这里可能使用了某种去模糊化方法,如最大隶属度 法、加权平均法等。

执行机构:清晰化处理后的控制量传递给执行机构,执行机构根据这个控制量对 系统进行调节或控制。

被控对象与反馈:执行机构的动作作用于被控对象,改变其状态或输出。同时,通过 A/D 传感器,系统的实际输出(被控量)被监测并反馈回控制系统。

闭环控制:反馈的被控量与原始的给定值进行比较,形成闭环控制。如果两者之间存在偏差,控制系统会再次调整控制量,直到被控量达到或接近给定值。

在整个过程中,模糊控制器和非模糊控制器可能协同工作,以提供更为精准和鲁 棒的控制。此外,D/A转换器可能用于将数字信号转换为模拟信号,以适应执行机构 和传感器的需要。

总的来说,这个模糊控制器结构示意图展示了模糊控制系统如何处理不确定性、 进行决策,并通过闭环控制实现系统的稳定调节。模糊控制方法在处理复杂、不确定 和非线性系统时具有显著优势,因此在许多工程应用中得到了广泛应用。

#### 五、实验方法与步骤

1. 准备阶段:

91
复习模糊控制的相关理论知识。

熟悉实验平台和编程环境。

#### 2. 设计阶段:

确定被控对象的数学模型和仿真环境。

设计自适应规则库的结构和初始规则。

编写模糊控制算法。

3. 实现阶段:

在编程环境中实现模糊控制器和自适应规则库。

将模糊控制器与被控对象连接起来,构建完整的控制系统。

#### 4. 测试阶段:

设置不同的初始条件和扰动,观察控制器的响应和性能。

调整自适应规则库的参数,优化控制效果。

## 5. 分析阶段:

收集实验数据,绘制相关曲线图。

分析实验结果,评估模糊控制器的性能。

写出实验报告,总结实验过程和心得体会。。

## 六、实验操作注意事项

在进行实验前,务必仔细阅读实验指导书和相关资料,确保对实验内容和步骤有充分了解。

2. 在编程和仿真过程中,注意保存和备份数据,以防数据丢失。

3. 在调整自适应规则库的参数时,要遵循一定的规律和策略,避免盲目尝试。

4. 注意观察实验过程中的异常现象,及时记录并分析原因。

5. 实验结束后,要整理好实验数据和报告,以便后续查阅和参考。

## 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录:

| 序号 | 时间(s) | 控制器输入(e(t)) | 控制器输出(u(t)) | 被控对象状态(y(t)) | 备注   |
|----|-------|-------------|-------------|--------------|------|
| 1  | 0     | 0           | 0           | 初始状态值        | 开始实验 |
| 2  | 1     | e1          | u1          | y1           |      |

| 序号  | 时间(s) | 控制器输入(e(t)) | 控制器输出(u(t)) | 被控对象状态(y(t)) | 备注   |
|-----|-------|-------------|-------------|--------------|------|
| 3   | 2     | e2          | u2          | у2           |      |
|     |       |             |             |              |      |
| n   | n-1   | en-1        | un-1        | yn-1         |      |
| n+1 | n     | en          | un          | yn           | 实验结束 |

备注:

控制器输入(e(t)) 表示在时刻 t 的误差信号,通常是设定值与当前被控对象状态的差值。 控制器输出(u(t)) 表示在时刻 t 模糊控制器的输出值。

被控对象状态(y(t))表示在时刻 t 被控对象的实际状态或输出值。

表格中的数据应在实际实验中根据采样时间和实验情况填写。

备注 列可用于记录特殊情况,如外部扰动、参数调整等。

在实验过程中,学生应根据实验的具体情况,按照时间顺序记录数据,并在实验结束后对数 据进行处理和分析。这些数据将用于评估模糊控制器的性能,并帮助学生更好地理解模糊控制的 工作原理。

2. 结果与分析

(1) 对实验数据进行统计分析,计算相关指标(如超调量、调节时间等)。

(2) 绘制响应曲线和误差曲线,观察控制器的动态性能和稳态性能。

(3)通过对比分析不同参数下的实验结果,评估自适应规则库对控制器性能的 影响。

#### 3. 实验结论

设计的模糊控制器能够根据被控对象的实时状态动态调整控制策略,实现了良好 的控制效果。在实验中,我们观察到自适应规则库能够根据系统状态灵活调整规则, 使得控制器能够快速响应系统变化,有效减小了超调量,缩短了调节时间,提高了系 统的稳定性和快速性。同时,我们也注意到,模糊控制器的设计需要充分考虑被控对 象的特性和控制需求,合理选择模糊化方法、设计隶属度函数和规则库,这对于控制 效果至关重要。此外,实验中还锻炼了我们的实践能力和创新思维,提高了我们分析 问题和解决问题的能力。综上所述,本次实验不仅验证了模糊控制理论的有效性,也 为我们将来在智能控制领域的研究和实践打下了坚实的基础。

93

# 实验二 基于神经网络字符识别系统设计

## 一、实验目的

 1. 通过设计和实现一个基于神经网络的字符识别系统,加深学生对神经网络、 模式识别和机器学习等理论知识的理解。

2. 培养学生的实践能力,学习如何将理论知识应用于实际问题中,提高解决问题的能力。

3. 探索神经网络在字符识别领域的应用,理解其工作原理和性能特点。

#### 二、实验内容

 数据准备:收集或生成手写数字或字母的图像数据集,并将其分为训练集和 测试集。

 神经网络设计:设计合适的神经网络结构,包括输入层、隐藏层和输出层的 神经元数量以及激活函数的选择。

网络训练:使用训练集对神经网络进行训练,通过反向传播算法调整网络权重。

4. 网络测试: 使用测试集对训练好的神经网络进行测试, 评估其识别性能。

## 三、实验仪器

1. 计算机: 配备有适当性能的处理器和足够的内存, 以支持神经网络训练和测 试的计算需求。

2. 编程环境:安装 Python 编程语言和相关的机器学习库(如 TensorFlow, PyTorch 等)。

#### 四、实验基本原理

神经网络是一种模拟人脑神经元连接方式的计算模型,由输入层、隐藏层和输出 层组成。通过训练,神经网络可以学习到输入与输出之间的非线性映射关系。在本实 验中,我们将利用神经网络对手写字符图像进行分类识别。

实验原理图如下:

94



图1基于神经网络的字符识别系统设计原理图

输入阶段:流程图从"样本图片"开始,这是整个识别流程的输入。样本图片是 待处理的图像,可能包含多个物体或目标。

特征提取:随后,图片经过卷积神经网络(CNN)的"卷积层"进行处理。卷积 层通过卷积运算提取图像中的局部特征,生成特征图(Feature Map)。这些特征图编 码了图像中的关键信息,对于后续的识别和定位至关重要。

区域建议:在特征提取之后,图片进入"RPN (Region Proposal Network)"阶段。 RPN 负责生成可能包含目标的候选区域(或称为区域建议)。它通过分析特征图,预 测出一系列可能的目标边界框(Bounding Boxes),这些边界框将作为 Fast RCNN 的 输入。

目标检测与分类: RPN 输出的候选区域被传递给"Fast RCNN"进行进一步处理。 Fast RCNN 是一个更快的检测网络,它通过对每个候选区域进行更细致的分析,确定 这些区域是否包含目标物体,并对其进行分类。Fast RCNN 通过 ROI(Region of Interest) 池化层对每个候选区域进行特征提取,并将这些特征与预训练的权重进行比较,输出 每个区域的分类得分。 位置调整与分类:在 Fast RCNN 之后,通过"全连接层"对特征进行进一步的整合和处理。全连接层根据前面提取的特征和得分,输出每个边界框的精确位置(通过边框回归得到)以及对应的分类结果(通过分类得分确定)。

输出:最后,流程图展示了输出的关键信息,包括"区域得分"(即每个候选区 域包含目标的概率)、"区域建议"(即候选区域的边界框坐标)、"分类得分"(即每个 区域对应不同类别的得分)以及"边框回归"(用于调整边界框位置,使其更准确地 匹配目标物体)。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 数据准备

收集手写数字或字母的图像数据集,可以是公开数据集(如 MNIST)或自行生成。

将数据集分为训练集和测试集,通常按7:3或8:2的比例划分。

#### 2. 神经网络设计

确定输入层神经元数量,应与输入图像的特征数相匹配。

设计隐藏层的层数和每层的神经元数量。

选择合适的激活函数(如 ReLU、Sigmoid 等)。

确定输出层神经元数量,应与待识别的字符类别数相匹配。

#### 3. 网络训练

初始化神经网络的权重和偏置。

使用训练集对神经网络进行迭代训练,通过前向传播计算输出值,然后利用反向 传播算法调整网络权重。

设置合适的学习率和迭代次数,以获得较好的训练效果。

#### 4. 网络测试

使用测试集对训练好的神经网络进行测试。

计算识别准确率、召回率等指标,评估神经网络的性能。

## 六、实验操作注意事项

1. 在进行神经网络训练前,确保数据集已正确划分并预处理。

2. 选择合适的神经网络结构和参数, 避免过拟合或欠拟合现象。

3. 在训练过程中,注意观察损失函数的变化情况,以及时调整学习率和迭代次

数。

4. 保持实验环境的整洁和稳定,避免外部干扰对实验结果的影响。

## 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录:

详细记录实验过程中的关键数据,如训练集和测试集的识别准确率、损失函数值 等。可以使用表格或图表形式进行记录。

| 实验轮次 | 神经网络结构 | 学习率 | 迭代次数 | 训练集准确率 | 测试集准确率 | 训练时长(分钟) |
|------|--------|-----|------|--------|--------|----------|
| 1    | 3 层全连接 |     |      |        |        |          |
| 2    | 3 层全连接 |     |      |        |        |          |
| 3    | 4 层全连接 |     |      |        |        |          |
| 4    | 卷积神经网络 |     |      |        |        |          |

注:

实验轮次:表示这是第几轮实验尝试。

神经网络结构:使用的神经网络架构类型,如全连接网络或卷积神经网络。

学习率:训练过程中使用的学习率。

迭代次数:网络训练的总迭代次数。

训练集准确率:神经网络在训练集上的分类准确率。

测试集准确率:神经网络在独立的测试集上的分类准确率。

训练时长:完成一轮训练所需的时间。

#### 2. 结果与分析

(1) 对实验数据进行必要的预处理操作,如归一化、去噪等,以提高神经网络 的训练效果。

(2)通过对比不同神经网络结构、参数设置和训练策略下的实验结果,分析各因素对神经网络性能的影响,并得出结论。同时,可以与其他算法进行对比分析,以评估神经网络在字符识别任务中的优劣势。

#### 3. 实验结论

通过本次实验,我们验证了神经网络在字符识别中的有效性。实验结果显示,合 理设计的神经网络结构能够获得高识别率,特别是卷积神经网络展现出了优越性能。 同时,我们发现学习率和迭代次数的调整对训练效果至关重要。此次实验不仅证明了 神经网络在手写字符识别中的实用价值,也加深了我们对神经网络原理的理解。这一 技术有望在自动化和智能决策中发挥更大作用。总之,本次实验为我们提供了宝贵的 实践经验,为后续在神经网络领域的研究打下了坚实基础。。

## 实验三 基于模糊逻辑的工业控制系统设计

## 一、实验目的

1. 通过实验, 使学生深入理解和掌握模糊逻辑控制系统的基本原理和设计方法。

2. 培养学生将理论知识应用于实际问题解决的能力,特别是在工业控制系统设计中的运用。

3. 激发学生对机器人学及智能控制技术的兴趣,为未来研究和应用打下基础。

#### 二、实验内容

本实验将通过设计一个基于模糊逻辑的工业控制系统模型,来实现对某一工业过程的智能控制。实验内容包括:

1. 了解和掌握模糊逻辑控制系统的基本组成和工作原理。

2. 设计和实现一个简单的模糊控制器,用于模拟工业过程中的温度控制。

3. 通过实验验证模糊控制器的性能,并对其进行优化。

## 三、实验仪器

1. 个人电脑: 用于编程和模拟实验环境。

2. MATLAB/Simulink 软件:用于模糊逻辑控制系统的设计和仿真。

3. 数据采集卡(可选):用于连接实际控制系统进行实时数据采集和控制。

#### 四、实验基本原理

模糊逻辑控制是一种基于模糊集合理论的控制方法,它模拟人的模糊思维,对难 以建立精确数学模型的系统具有很好的控制效果。本实验将采用 MATLAB/Simulink 平台,利用其模糊逻辑工具箱来设计和实现模糊控制器。

实验原理图如下:



图 1 基于模糊逻辑的工业控制系统设计原理图

起始与输入:流程图开始于"输入量",它代表了该过程所需的原始数据或信息。

模糊化处理:输入量首先进入"模糊化"步骤。模糊化是将精确的输入数据转换为 模糊集合的过程,这样可以使系统能够处理不精确或模糊的信息。

模糊推理:接下来,模糊化的数据进入"模糊推理"阶段。在这一步,系统利用"知 识库"中的规则和模糊集合运算来推导结论。知识库包含了专家知识和经验,用于指 导模糊推理的过程。

清晰化:模糊推理的输出是模糊集合,它需要进一步转换为精确的、可理解的输出。这一步称为"清晰化"或去模糊化,它使用一定的方法(如加权平均、最大隶属度等)将模糊输出转换为精确的输出量。

控制对象与输出:清晰化后的输出量直接连接到"控制对象",表明这一流程图的输出是为了控制某个对象或系统。同时,"输出量"也作为整个流程的终点,表示该流程的最终结果。

流程的整体逻辑:整体来看,该流程图展示了一个典型的模糊逻辑控制过程,即 从精确的输入量开始,通过模糊化处理、模糊推理和清晰化,最终输出精确的控制量。 这种处理方式在处理不确定性和模糊性较高的问题时特别有效。

设计特点:流程图的设计简洁直观,使用了标准的流程图形状(矩形框和箭头) 来表示不同的步骤和它们之间的关系。文字标注清晰,易于理解。

可能的改进与建议:尽管流程图已经很清晰,但如果能进一步细化每个步骤的具体实现方法和使用的技术,将更有助于理解和实施该流程。

另外,考虑在流程图中增加一些关键性能指标或监控点,以便在实际应用中能够 评估流程的性能并进行优化。

## 五、实验方法与步骤

1. 系统设计

确定控制系统的输入输出变量。

设计模糊化接口,确定输入输出变量的模糊集合和隶属度函数。

设计模糊控制规则库。

设计去模糊化接口,选择合适的去模糊化方法。

#### 2. 系统实现

在 MATLAB/Simulink 中创建模糊逻辑控制器模型。

配置模糊控制器的参数,包括输入输出变量的范围、模糊集合、隶属度函数和控 制规则。

构建控制系统仿真模型,将模糊控制器接入到模拟的工业过程中。

#### 3. 系统测试与优化

运行仿真模型,观察并记录控制系统的响应情况。 分析实验结果,对模糊控制器的参数进行调整优化。 重复测试和优化过程,直至达到满意的控制效果。

## 六、实验操作注意事项

1. 在进行实验前,务必熟悉 MATLAB/Simulink 软件的基本操作。

 2. 设计模糊控制器时,要合理选择输入输出变量的模糊集合和隶属度函数,以 反映实际系统的特性。

在进行系统测试时,要注意观察控制系统的动态响应和稳态性能,以便对控制器参数进行合理调整。

4. 实验中如遇问题,请及时与指导教师沟通。

## 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录:

| 实验数据记录表 |  |
|---------|--|
|---------|--|

| 序号 | 实验时间 | 实验条件   | 输入变量值 | 输出变量值 | 控制效果评价 |
|----|------|--------|-------|-------|--------|
| 1  | 时间 1 | 参数设置1  | 值 1   | 值 1   | 评价 1   |
| 2  | 时间 2 | 参数设置1  | 值 2   | 值 2   | 评价 2   |
| 3  | 时间 3 | 参数设置 2 | 值 3   | 值 3   | 评价 3   |
|    |      |        |       |       |        |
| n  | 时间 n | 参数设置 m | 值 n   | 值 n   | 评价 n   |

说明**:** 

序号:实验记录的顺序编号。

实验时间:记录每次实验或仿真的具体时间。

实验条件:包括使用的参数设置、模糊控制规则、隶属度函数等。

输入变量值:实验中给定的输入变量(如温度设定值、误差等)。

输出变量值:实验中模糊控制器输出的控制信号或实际系统的响应值。

控制效果评价:对每次实验的控制效果进行主观或客观的评价,如超调量、调节时间、稳态 误差等。

在实验过程中,学生应该根据实验的具体情况填写此表格,以便后续对实验数据进行分析和 处理。实验结束后,可以根据记录的数据进行图表绘制、统计分析等,进一步评估模糊控制器的 性能,并据此提出改进方案。

#### 2. 结果与分析

通过对比分析不同参数和模糊规则下的控制效果,我们发现某些特定的参数配置 和规则设计在实验中表现最佳,这为我们提供了优化的方向。同时,对控制系统的误 差进行了统计分析,识别出了控制系统中存在的问题。我们还探讨了输入输出变量之 间的相关性,以深入理解它们之间的内在联系。

#### 3. 实验结论

理解模糊逻辑在控制系统中的应用。实验结果表明,基于模糊逻辑的控制系统能够有效地处理不确定性和模糊性,对于难以建立精确数学模型的工业过程具有显著优势。通过设计、实现和优化模糊控制器,我们成功实现了对模拟工业过程的智能控制。

实验中,观察到模糊控制器能够快速响应系统变化,并通过调整控制输出使系统 达到并维持期望状态。与传统的 PID 控制器相比,模糊控制器在处理非线性、时变和 不确定性问题时表现出更好的鲁棒性和适应性。

综上所述,基于模糊逻辑的工业控制系统设计实验验证了模糊控制在工业控制系统中的有效性和优越性,为未来智能控制领域的研究和应用提供了有益的参考和借鉴。

# 实验四 基于神经网络火力发电机组故障诊 断系统设计

## 一、实验目的

本实验旨在通过设计和实现一个基于神经网络的火力发电机组故障诊断系统,使 学生能够:

1. 理解和掌握神经网络的基本原理和应用;

2. 学习火力发电机组的基本工作原理及常见故障类型;

3. 掌握使用神经网络进行故障诊断的方法和技术;

4. 培养学生分析问题和解决问题的能力,提高学生的实践能力和创新能力。

#### 二、实验内容

本实验要求学生设计一个基于神经网络的火力发电机组故障诊断系统。具体内容 包括:

1. 收集和分析火力发电机组故障数据;

2. 构建并训练神经网络模型;

3. 使用训练好的神经网络模型对新的故障数据进行诊断;

4. 评估诊断系统的性能。

## 三、实验仪器

1. 计算机(配备相应的编程和开发环境);

2. 火力发电机组模拟系统或相关数据集;

3. 神经网络开发工具(如 TensorFlow, PyTorch 等)。

#### 四、实验基本原理

神经网络是一种模拟人脑神经元结构的计算模型,具有强大的学习和泛化能力。 在火力发电机组故障诊断中,神经网络可以通过学习大量的故障样本数据,自动提取 故障特征,并建立一个从故障特征到故障类型的映射关系。当输入新的故障数据时, 神经网络能够自动识别出故障类型。

神经网络火力发电机组故障诊断系统设计流程图:



图 1 神经网络火力发电机组故障诊断系统设计流程图

该原理图是一个流程图,展示了一个复杂的系统或过程,涉及到控制机构、检测 机构、预处理、神经网络诊断模块、神经网络训练模块以及专家系统等多个组件和步骤。下面是对该原理图的分析:

首先,流程图从"现场"开始,这代表了流程的起点或者特定的工作环境。从"现场"开始,流程分为几个主要部分。其中,"控制机构"负责对整个过程进行控制和 管理,确保各个步骤按照预定的顺序和条件进行。

接下来是"检测机构",它的作用是对"现场"的各种信号、数据或现象进行检测和测量,获取必要的信息以便进行后续处理和分析。

随后是"预处理"步骤,这一步对检测机构收集到的原始数据进行初步的处理, 包括信号提取和信号增强等操作,以提高数据的质量和可靠性,为后续的分析和诊断 提供更好的条件。

在预处理之后,数据进入"神经网络诊断模块"。这个模块利用神经网络技术对 预处理后的数据进行进一步的分析和处理,以识别出可能存在的故障或异常情况。神 经网络模型通过学习大量的历史数据和故障模式,能够自动提取数据的特征并进行准 确的诊断。

同时,流程图还展示了"神经网络训练模块"和"推导机"的部分。神经网络训

104

练模块负责对神经网络模型进行训练和优化,以提高其诊断的准确性和性能。推导机则可能用于推导新的故障模式或规则,进一步扩展和完善诊断系统的能力。

最后,整个流程图通过"专家系统"与"控制中心"相连。专家系统提供了领域 专家的知识和经验,能够对诊断结果进行进一步的解释和评估,为控制中心提供决策 支持。控制中心则负责整个流程的协调和管理,确保各个部分能够高效协同工作。

综上所述,该原理图展示了一个基于神经网络和专家系统的故障诊断系统的流程。 该系统通过控制机构、检测机构、预处理、神经网络诊断模块等多个组件的协同工作, 能够实现对复杂系统的故障诊断和异常检测。该设计具有高效、准确和灵活的特点, 有助于提升系统故障检测和诊断的效率和准确性。

## 五、实验方法与步骤

 数据预处理:对火力发电机组故障数据集进行清洗、归一化等预处理操作, 以便于神经网络模型的训练。

神经网络模型设计:根据实验需求,设计合适的神经网络结构,包括输入层、
 隐藏层和输出层的神经元数量以及激活函数等。

神经网络模型训练:使用预处理后的数据集训练神经网络模型,通过反向传播算法调整网络权重,使模型能够学习到故障数据与诊断结果之间的映射关系。

 神经网络模型验证:使用验证集对训练好的神经网络模型进行性能评估,确 保模型具有良好的泛化能力。

5. 故障诊断应用:将训练好的神经网络模型应用于实际火力发电机组的故障诊断中,验证模型的实用性和准确性。

## 六、实验操作注意事项

 在进行神经网络模型训练时,要注意选择合适的训练参数,如学习率、批处 理大小等,以保证模型的训练效果和收敛速度。

 在数据预处理阶段,要确保数据的准确性和完整性,避免因为数据质量问题 影响神经网络模型的训练效果。

3. 在实验过程中,要注意保存实验数据和模型文件,以便于后续的分析和改进。

在进行故障诊断应用时,要确保输入数据的格式与训练数据一致,以获得准确的诊断结果。

105

## 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验数据记录:

在实验过程中,详细记录实验数据,包括训练集、验证集和测试集的划分情况、 神经网络的训练过程(如迭代次数、损失函数值等)以及最终的故障诊断结果等。

实验记录表

| 序<br>号 | 实验步骤         | 实验操作与观察                                        | 数据记录                   |
|--------|--------------|------------------------------------------------|------------------------|
| 1      | 数据收集与准<br>备  | 收集火力发电机组运行数据,进行数据清洗和预处理。                       | 数据集大小:XX条记录            |
| 2      | 神经网络模型<br>设计 | 设计了一个具有 X 个输入节点, Y 个隐藏层节点, Z 个输出节点的神经<br>网络模型。 | 激活函数: ReLU             |
|        |              |                                                | 优化器: Adam              |
|        |              |                                                | 学习率: 0.001             |
| 3      | 模型训练         | 使用数据集对神经网络模型进行训练,迭代 XX 次。                      | 最低训练损失:XX              |
|        |              |                                                | 最高训练准确率: XX%           |
| 4      | 模型验证         | 使用验证集对模型进行验证。                                  | 验证集准确率: XX%            |
| 5      | 故障诊断应用       | 使用实际运行数据对模型进行测试。                               | 正确诊断的故障数量:XX           |
|        |              |                                                | 错误诊断的故障数量: XX          |
| 6      | 结果分析         | 分析模型在验证集和实际应用中的性能,提出改进建议。                      | 主要问题:存在过拟合现象           |
|        |              |                                                | 改进建议:增加正则化项,调整网络<br>结构 |

注:此表格为示例,具体实验数据需要根据实际实验情况填写。在填写实验记录表时,应详细记 录每个步骤的操作和观察结果,并准确记录相关数据,以便后续分析和讨论。同时,在实验过程中应 注意安全,确保实验操作的正确性和有效性。

在实验结束后,可以根据实验记录表中的数据和分析结果,撰写详细的实验报告,总结实验过程 和结果,并提出改进意见和展望。这样不仅可以加深对实验原理和方法的理解,还可以为后续的实验 提供参考和借鉴。

#### 2. 结果与分析

观察到该模型在故障诊断方面展现出了较高的准确性。在验证集上,模型达到了 预期的准确率,显示出其良好的泛化能力。在实际应用中,模型也能够对大部分故障 进行准确诊断,证明了其实用性。 部分复杂或罕见的故障类型,模型的诊断准确率有待提高。这可能是由于训练数据中这些故障类型的样本量较少,导致模型对这些情况的学习不足。此外,模型的训练时间相对较长,可能需要进一步优化网络结构或调整训练策略以提高效率。

#### 3. 实验结论

我们得出以下结论:神经网络模型在火力发电机组故障诊断中表现出色,具有高度的准确性和实用性。实验结果显示,该模型能够成功识别并分类多种故障类型,为发电机组的安全运行提供了有力支持。此外,神经网络模型的自适应学习能力使其能够适应复杂的故障模式,并在实际应用中展现出较强的鲁棒性。

然而,实验也暴露出一些问题,如对于罕见故障类型的识别能力有待提高,以及 模型训练时间较长等。这些问题提示我们,在未来的研究中需要进一步优化模型结构, 提升数据集的质量和多样性,以提高故障诊断的精确度和效率。

综上所述,基于神经网络的火力发电机组故障诊断系统具有显著的优势和潜力。 通过持续改进和优化,该系统有望成为未来火力发电机组故障诊断领域的重要工具, 为保障发电设备的安全稳定运行提供有力保障。

# 《机器人建模与伤真》实验

- 实验一 机器人建模
- 实验二 机器人装配
- 实验三 机器人动画仿真
- 实验四 CoppeliaSim 仿真

# 实验一 机器人建模

## 一、实验目的

- 1. 掌握机器人建模的基本理论和方法。
- 2. 熟悉 SolidWorks 等建模软件的操作和应用。
- 3. 培养分析问题和解决问题的能力,以及创新设计思维。

## 二、实验内容

- 1. 掌握机器人结构分析与设计;
- 2. 机器人建模;
- 3. 机器人仿真与优化。

## 三、实验仪器

1. 计算机:安装有 SolidWorks 等建模软件的计算机。

2. 建模软件: SolidWorks 或其他类似的三维建模软件。

## 四、实验基本原理

1. 机器人结构分析与设计

根据实验要求,分析机器人的结构特点,如关节数量、自由度、末端执行器等。 设计机器人的整体结构,包括主体框架、关节连接、传动方式等。

2. 机器人建模

在 SolidWorks 中新建项目,并设置合适的单位和精度。使用基本的三维建模工具(如拉伸、旋转、扫描等)构建机器人的各个部件。

3.机器人仿真与优化

利用 SolidWorks 的 Motion 模块对机器人进行运动仿真,观察机器人的运动效果 和性能。根据仿真结果,对机器人模型进行优化设计,如调整关节参数、改进传动方 式等。

## 五、实验方法与步骤

1. 实验方法:

采用三维设计软件进行模型设计,并对设计好的零件进行优化。

2. 实验步骤:

(1) 准备工作

打开 SolidWorks 软件,并熟悉其基本操作界面和工具。查阅相关文献资料,了 解机器人建模的基本理论和方法。

(2) 机器人结构分析与设计

根据实验要求,确定机器人的结构特点和设计目标。绘制机器人的草图或概念图, 明确各个部件的形状和尺寸。

(3) 机器人建模

在 SolidWorks 中新建项目,并设置合适的单位和精度。使用基本的三维建模工 具构建机器人的各个部件,注意保持模型的准确性和简洁性。

(4) 机器人仿真与优化

在 SolidWorks 的 Motion 模块中设置机器人的运动参数和仿真条件。运行仿真并 观察机器人的运动效果和性能。根据仿真结果对机器人模型进行优化设计,并重复进 行仿真验证。

(5) 实验报告撰写

整理实验数据和结果,并进行分析和总结。撰写实验报告,包括实验目的、实验 设备、实验内容、实验步骤、实验结果和结论等部分。

## 六、实验操作注意事项

1.在实验过程中,要遵守实验室的安全规定和操作规程。

2.在使用 SolidWorks 等建模软件时,要熟悉其基本操作和快捷键,提高建模效率。
 3.在进行机器人仿真时,要设置合理的仿真条件和参数,以获得准确的仿真结果。
 4.在进行机器人优化设计时,要综合考虑机器人的结构特点、运动性能和加工制造等方面的因素。

## 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验结果记录

(1) 机器人建模图:

(2) 机器人仿真优化图:

## 2. 结果与分析

(1) 尝试采用不同末端执行器设计?

(2) 试着让轴进行运动?

## 3. 实验总结

通过这次实验掌握机器人的组成机构,熟练绘制机器人结构图,并能够完成各个 轴之间的运动。

# 实验二 机器人装配

## 一、实验目的

- 1. 掌握机器人建模的基本理论和方法。
- 2. 熟悉 SolidWorks 等建模软件的操作和应用。
- 3. 培养分析问题和解决问题的能力,以及创新设计思维。

## 二、实验内容

- 1. 掌握机器人结构分析与设计;
- 2. 机器人建模装配;
- 3. 机器人仿真与优化。

## 三、实验仪器

1. 计算机:安装有 SolidWorks 等建模软件的计算机。

2. 建模软件: SolidWorks 或其他类似的三维建模软件。

## 四、实验基本原理

1. 机器人结构分析与设计

根据实验要求,分析机器人的结构特点,如关节数量、自由度、末端执行器等。 设计机器人的整体结构,包括主体框架、关节连接、传动方式等。

3. 机器人建模装配

在 SolidWorks 中新建项目,并设置合适的单位和精度。使用基本的三维建模工具(如拉伸、旋转、扫描等)构建机器人的各个部件。将各个部件装配成完整的机器 人模型,并进行干涉检查。

3.机器人仿真与优化

利用 SolidWorks 的 Motion 模块对装配好的机器人进行运动仿真,观察机器人的运动效果和性能。根据仿真结果,对机器人模型进行优化设计,如调整关节参数、改进传动方式等。

## 五、实验方法与步骤

1. 实验方法:

采用三维设计软件进行模型设计,并对优化好的零件进行装配。

2. 实验步骤:

(1) 准备工作

打开 SolidWorks 软件,并熟悉其基本操作界面和工具。查阅相关文献资料,了 解机器人建模的基本理论和方法。

(2) 机器人结构分析与设计

根据实验要求,确定机器人的结构特点和设计目标。绘制机器人的草图或概念图, 明确各个部件的形状和尺寸。

(3) 机器人建模装配

在 SolidWorks 中新建项目,并设置合适的单位和精度。使用基本的三维建模工 具构建机器人的各个部件,注意保持模型的准确性和简洁性。将各个部件装配成完整 的机器人模型,并进行干涉检查。

(4) 机器人仿真与优化

在 SolidWorks 的 Motion 模块中设置机器人的运动参数和仿真条件。运行仿真并 观察机器人的运动效果和性能。根据仿真结果对机器人模型进行优化设计,并重复进 行仿真验证。

(5) 实验报告撰写

整理实验数据和结果,并进行分析和总结。撰写实验报告,包括实验目的、实验 设备、实验内容、实验步骤、实验结果和结论等部分。

## 六、实验操作注意事项

1.在实验过程中,要遵守实验室的安全规定和操作规程。

2.在使用 SolidWorks 等建模软件时,要熟悉其基本操作和快捷键,提高建模效率。
 3.在进行机器人仿真时,要设置合理的仿真条件和参数,以获得准确的仿真结果。
 4.在进行机器人优化设计时,要综合考虑机器人的结构特点、运动性能和加工制造等方面的因素。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验结果记录

机器人装配图:

## 2. 结果与分析

(1) 给了让机器人工作范围更广,尝试设计不同夹具进行替换?

(2) 试着让机器人运动?

## 3. 实验总结

通过这次实验掌握机器人的组成机构,熟练绘制机器人结构图及装配图,并能够 完成各个轴之间的运动。

# 实验三 机器人动画仿真

## 一、实验目的

1.了解和掌握机器人动画仿真的基本原理和过程。

2.学习使用仿真软件(如 MATLAB Simulink、Robot Operating System (ROS)的 Gazebo 等)进行机器人动画仿真。

3.培养学生分析问题和解决问题的能力,以及创新设计思维。

## 二、实验内容

1. 了解机器人动画仿真的基本原理;

2. 学习使用仿真软件进行机器人建模;

3. 机器人动画仿真。

## 三、实验仪器

1.计算机:安装有 MATLAB Simulink、ROS 及 Gazebo 等仿真软件的计算机。
 2.仿真软件: MATLAB Simulink、ROS 及 Gazebo 等。

## 四、实验基本原理

1.机器人动画仿真的基本原理

学习机器人动画仿真的基本概念和原理,包括仿真软件的工作原理、仿真环境的 构建等。

2.使用仿真软件进行机器人建模

在仿真软件中建立机器人的三维模型,包括机器人主体、关节、连杆、末端执行 器等部件。设置机器人的物理属性和运动参数,如质量、惯量、关节运动范围等。

3.机器人动画仿真

在仿真环境中为机器人设置运动轨迹或任务,如路径规划、抓取物体等。运行仿 真,观察机器人的运动过程和效果,记录仿真数据。

4. 仿真结果分析

分析仿真结果,评估机器人的运动性能和任务完成情况。根据仿真结果对机器人 模型或控制算法进行优化。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

采用软件进行仿真分析,并对机器人进行优化。

#### 2. 实验步骤:

(1) 准备工作

打开计算机,启动仿真软件。查阅相关文献资料,了解机器人动画仿真的基本原 理和过程。

(2) 机器人建模

在仿真软件中新建项目,并设置合适的单位和精度。使用仿真软件中的建模工具, 建立机器人的三维模型。设置机器人的物理属性和运动参数。

(3) 机器人动画仿真

在仿真环境中为机器人设置运动轨迹或任务。运行仿真,观察机器人的运动过程 和效果。记录仿真数据,如运动轨迹、速度、加速度等。

(4) 仿真结果分析

分析仿真结果,评估机器人的运动性能和任务完成情况。根据仿真结果对机器人 模型或控制算法进行优化。撰写实验报告,总结实验过程和结果。

## 六、实验操作注意事项

1.在实验过程中要严格遵守实验室的安全规定和操作规程。

2.在使用仿真软件时要小心谨慎,避免误操作导致数据丢失或软件崩溃。

3.在进行机器人动画仿真时要确保仿真环境的准确性和稳定性,以获得可靠的仿 真结果。

4. 如遇到问题或异常情况要及时向指导教师报告并寻求帮助

## 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验结果记录

机器人仿真图:

## 2. 结果与分析

- (1) 如何让机器人动作路径更便捷?
- (2) 试着让机器人在多变环境下运动?

## 3. 实验总结

通过这次实验掌握机器人各个零件之间的相对运动,模拟不同环境下的动作。

# 实验四 CoppeliaSim 仿真

## 一、实验目的

1.熟悉和掌握 CoppeliaSim 仿真软件的基本操作和应用。

2.学会在 CoppeliaSim 中创建、编辑和模拟机器人模型。

3.理解并应用仿真结果在机器人设计和开发过程中的价值。

## 二、实验内容

1. 掌握 CoppeliaSim 软件操作;

2. 机器人模型创建与编辑;

3. 仿真结果分析与应用。

## 三、实验仪器

1.计算机:安装有 CoppeliaSim 仿真软件的计算机。

2.CoppeliaSim 仿真软件。

## 四、实验基本原理

1.CoppeliaSim 软件界面熟悉

启动 CoppeliaSim 软件,熟悉软件界面和主要工具栏。了解模型库、脚本编辑器和场景设置等基本功能。

2.机器人模型创建与编辑

在 CoppeliaSim 中新建场景,并导入机器人模型(可以是自带的模型或自行设计的模型)。编辑机器人模型,包括设置关节、连杆、末端执行器等部件的参数。添加 必要的传感器和执行器,如视觉传感器、力传感器、电机等。

3.机器人模型仿真

设置仿真参数,如仿真时间、步长等。编写或加载仿真脚本,控制机器人的运动 和行为。运行仿真,观察机器人的运动过程和效果,记录仿真数据。

4.仿真结果分析与应用

分析仿真结果,评估机器人的运动性能和任务完成情况。根据仿真结果对机器人 模型或控制算法进行优化。探讨仿真结果在机器人设计和开发过程中的应用价值。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

采用软件进行仿真分析,并对机器人进行分析。

#### 2. 实验步骤:

(1) 启动 CoppeliaSim 软件并熟悉界面

打开 CoppeliaSim 软件,熟悉主界面和各个工具栏的功能。浏览模型库和示例场景,了解常见机器人模型的结构和组成。机器人模型创建与编辑在 CoppeliaSim 中新建场景,并导入机器人模型(如果需要)。使用软件提供的工具 对机器人模型进行编辑,设置关节、连杆等部件的参数。根据需要添加传感器和 执行器,并设置相应的参数。

(2) 机器人模型仿真

设置仿真参数,如仿真时间、步长等。编写或加载仿真脚本,控制机器人的运动和行为。可以使用 CoppeliaSim 提供的脚本编辑器进行编写,也可以使用外部编程环境(如 MATLAB、Python 等)编写脚本并导入到 CoppeliaSim 中。运行仿真,观察机器人的运动过程和效果。可以通过调整仿真参数和脚本代码来优化仿真结果。记录仿真数据,如运动轨迹、速度、加速度等。这些数据可以用于后续的分析和优化工作。

(3) 仿真结果分析与应用

分析仿真结果,评估机器人的运动性能和任务完成情况。可以根据需要绘制 图表或进行数据统计。根据仿真结果对机器人模型或控制算法进行优化。可以调 整模型参数、改进控制算法或添加新的功能部件。探讨仿真结果在机器人设计和 开发过程中的应用价值。例如,可以使用仿真结果进行原型设计验证、性能测试 和故障排查等工作。

## 六、实验操作注意事项

1.在实验过程中要严格遵守实验室的安全规定和操作规程。

2.在使用 CoppeliaSim 软件时要小心谨慎,避免误操作导致数据丢失或软件崩溃。

3.在进行机器人模型仿真时要确保仿真环境的准确性和稳定性,以获得可靠的仿真结果。

119

4.如遇到问题或异常情况要及时向指导教师报告并寻求帮助。

## 七、数据记录、处理与分析

#### 1. 实验结果记录

机器人仿真分析图:

## 2. 结果与分析

(1) 试着模仿实际加工进行优化分析?

(2) 试着让机器人在不同状态环境下的运动?

## 3. 实验总结

通过这次实验掌握 CoppeliaSim 软件,并进行机器人仿真,模拟不同环境下的动作。

# 《机器视觉技术》实验

- 实验一 图像数字化
- 实验二 像素亮度变换
- 实验三 像素坐标变换
- 实验四 局部预处理
- 实验五 边界检测
- 实验六 简单几何边界表示
- 实验七 物体识别
- 实验八 物体识别中的优化技术

# 实验一 图像数字化

## 一、实验目的

- 1. 理解了解图像数字化的基本概念和原理。
- 2. 学习图像数字化的方法和技术。
- 3. 掌握图像数字化的实验操作和数据处理技巧。
- 4. 分析和评估图像数字化的效果和应用。

## 二、实验内容

- 1. 研究图像数字化的基本概念和原理。
- 2. 实施图像数字化的实验操作。
- 3. 记录和分析实验数据。
- 4. 对图像数字化的结果进行评估和分析。

## 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机。

## **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

1. 图像数字化的概念:图像数字化是将连续的光学图像转换为离散的数字形式。在数字化过程中, 图像被分割成像素阵列,每个像素都有特定的亮度值或颜色值。

2. 采样:采样是图像数字化的第一步,它将连续的图像在空间上进行离散采样。采样率决定了图像中像素的密度。较高的采样率可以捕捉到更多的细节,但也会增加数据量和处理需求。

3. 量化: 在采样之后,采样得到的像素值是连续的,需要将其映射为离散的亮度级别。量化过程 将像素值分配给离散的亮度级别,通常使用固定数量的位数来表示每个像素值。

4. 编码:量化后的像素值需要转换为数字形式进行存储和处理。编码过程将离散的亮度级别转换 为数字编码,以便能够在计算机中进行存储和处理。常见的编码方法包括无损编码(如无损压缩 算法)和有损编码(如 JPEG 压缩算法)

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

图像导入:将已采集好的图像导入图像处理软件中。确保图像文件的格式与软件兼容。导入图像 后,可以在软件中进行后续的图像数字化处理。

图像处理:使用图像处理软件提供的工具和功能进行图像数字化的处理操作。这包括采样、量化 和编码等步骤。根据实验目的和要求,选择适当的采样率和量化级别。调整图像参数和处理算法, 观察结果变化。

#### 2. 实验步骤:

(1)实验准备:在开始实验之前,确保计算机设备和图像处理软件已经安装并准备就绪。检查 所需的图像文件是否存储在计算机中,并确保这些图像文件与所使用的软件兼容。

(2)图像导入:打开图像处理软件,并通过菜单或工具栏中的相应选项导入图像。在弹出的文件浏览器中,浏览到图像文件所在的位置,并选择需要导入的图像文件。点击确认或打开按钮,软件将加载并显示该图像。

(3) 图像处理:根据实验的目的和要求,选择适当的图像处理工具和功能进行处理。

裁剪和调整尺寸:使用裁剪工具选择感兴趣区域,并调整图像的尺寸以适应特定要求。

亮度和对比度调整:使用亮度和对比度调整工具增加或减少图像的亮度和对比度,以改变图像的 整体明暗程度和视觉效果。 锐化和模糊:使用锐化和模糊工具增强图像的清晰度或创建特定的模糊效果。锐化工具可以增强 边缘和细节,而模糊工具可以模糊图像以实现柔和或艺术效果。

(4)实验数据记录:在实验过程中,及时记录实验所使用的图像处理软件和版本信息。对所采用的处理操作和参数进行详细记录,包括调整的数值范围、滤镜类型和参数设置等。同时,观察和记录实验过程中图像的变化和处理效果,可以使用屏幕截图或导出处理后的图像文件作为实验结果的记录。

#### 六、实验操作注意事项

1. 原始图像保留:在进行图像处理实验前,务必保留原始图像的备份。这样可以在需要时进行对 比和分析,并避免对原始数据的不可逆修改。

2. 参数设置一致:在实验过程中,尽量保持参数设置的一致性。如果需要更改参数,记录修改的 内容,并确保在不同情况下进行比较和分析时考虑到这些参数的变化。

3. 样本选择和数量:如果实验涉及到对特定图像样本的处理和分析,确保样本的选择具有代表性和多样性。如果可能,增加样本数量以提高实验结果的可信度。

4. 实验重复性:为了验证实验结果的可靠性,进行实验时应重复多次。在不同时间或条件下重复 实验,以查看结果是否具有一致性和稳定性。

5. 注意实验顺序:按照实验步骤的正确顺序进行操作,确保每个步骤的顺利进行。遵循正确的操 作顺序可以减少错误和数据损失的风险。

6 实验记录和标注:详细记录实验操作的细节和结果。包括使用的软件和版本、处理参数、观察 结果和数据变化等。对实验数据进行标注和注释,以便后续的分析和解释。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 实验序号 | 图像文件名      | 参数设置     | 观察结果    |
|------|------------|----------|---------|
| 1    | mage1.jpg  | 采样率: 4x4 | 图像像素化   |
| 2    | image2.jpg | 亮度: +10  | 图像变亮    |
| 3    | image3.jpg | 对比度: -20 | 图像对比度降低 |
| 4    | image4.jpg | 色彩校正:自动  | 图像颜色更准确 |

#### 2. 结果与分析

(1) 实验编号 1。观察结果:图像变得更加像素化。分析:通过采用 4x4 的采样率,图像的像 素被离散化处理,导致图像的细节丢失,出现像素块状的效果。

(2)实验编号 2。观察结果:图像变亮。分析:通过增加亮度参数,图像的整体亮度值增加, 使图像看起来更明亮。

(3) 实验编号 3。观察结果:图像对比度降低。分析:通过降低对比度参数,图像的亮度范围 缩小,使图像的不同部分之间的明暗差异变小,导致图像对比度降低。

(4)实验编号 4。观察结果:图像颜色更准确。分析:通过自动色彩校正参数,图像的颜色平衡、色调和饱和度等被自动调整,使图像的颜色表现更准确和真实。

#### 3. 实验结论

通过对图像数字化实验的进行和结果分析,可以得出以下结论:

(1)采样率对图像像素化程度有影响:实验结果表明,较低的采样率会导致图像像素化,即图像的细节被离散化处理,出现像素块状的效果。因此,在进行图像数字时,需要根据需要和要求

选择适当的采样率,以平衡图像的清晰度和文件大小。

(2)参数调整可改变图像的亮度和对比度:实验中调整亮度和对比度参数的操作对图像的明亮 度和对比度产生了可见的影响。

(3)增加亮度参数可以使图像变得更明亮,而降低对比度参数会减小图像中不同部分之间的明 暗差异。因此,在进行图像处理时,合理调整亮度和对比度参数可以改善图像的视觉效果和展示 效果。

## 实验二 像素亮度变化

## 一、实验目的

- 1. 通过调整图像像素的亮度参数,探索像素亮度变化对图像视觉效果的影响。
- 2. 理解和掌握机器视觉技术中的像素亮度调整原理与方法。

## 二、实验内容

- 1. 了解像素亮度的概念和表示方法;
- 2. 学习不同亮度参数对图像的影响;
- 3. 调整图像亮度参数,观察并记录图像的变化。

## 三、实验仪器

1.计算机及操作系统: PC 机。

## 四、实验基本原理

实验原理: 图像的亮度是由图像中每个像素的亮度值决定的。亮度值表示像素的明亮程度,通常以0到255的范围表示亮度级别,其中0表示黑色,255表示白色。调整像素亮度的过程是通过改变每个像素的亮度值,使图像变亮或变暗。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验旨在探索通过设置不同通道的值来调整图像亮度的方法,以及不同通道对图像亮度的影响。 2. 实验步骤:

(1) 打开图像处理软件并导入实验所需的图像文件。

(2)选择亮度调整工具或功能,通常可以在图像处理软件的调整菜单中找到。

(3)尝试增加亮度参数,记录观察到的图像变化。注意观察图像的整体明亮度和各个部分的明 暗细节变化。

(4)尝试降低亮度参数,再次记录观察到的图像变化。注意观察图像的整体暗度和各个部分的 明暗细节变化。

(5) 根据实验结果进行观察和总结,分析不同亮度参数对图像的影响。

#### 六、实验操作注意事项

1. 在实验过程中,确保实验环境稳定,避免光线和其他干扰因素对实验结果产生影响。

- 2. 需要保留原始图像的备份,以便与调整后的图像进行对比和分析。
- 3. 注意参数设置的一致性,记录每次调整的具体参数。

4. 实验中应重复多次,以验证实验结果的可靠性和重复性。

## 七、数据记录、处理与分析

| 实验序号 | 图像文件名      | 亮度参数设置 | 观察结果     |
|------|------------|--------|----------|
| 1    | image1.jpg | +10    | 图像变得更明亮  |
| 2    | image1.jpg | -10    | 图像变得更暗   |
| 3    | image2.jpg | +20    | 图像明暗细节突出 |

| 1.  | 4 | image2.jpg | -20 | 图像明暗细节平缓 | 实 |
|-----|---|------------|-----|----------|---|
| 验记录 |   |            |     |          | 表 |

#### 2. 结果与分析

根据实验数据记录的结果分析,增加亮度参数使图像变得更明亮,而降低亮度参数使图像变 暗。同时,增加亮度参数可能导致图像明暗细节更加突出,而降低亮度参数可能使图像的明暗细 节变得更加平缓。不同亮度参数的调整会直接影响图像的视觉效果和明暗对比度,为后续图像处 理和应用提供指导。

#### 3. 实验结论

通过本实验的进行,我们得出以下结论:调整像素的亮度参数能够直接影响图像的明暗程度和细节表现。增加亮度参数使图像变得更明亮,而降低亮度参数则使图像变暗。同时,亮度参数的调整还会影响图像的明暗细节表现,可能使其更加突出或平缓。这些结论为后续的图像处理和机器视觉应用提供了指导,使我们能够根据需求调整图像的亮度参数,以获得所需的视觉效果和图像质量。

# 实验三 像素坐标变换

#### 一、实验目的

- 1. 了解像素坐标的概念和表示方法;
- 2. 掌握常见的像素坐标变换操作,如平移、旋转和缩放;
- 3. 实践不同坐标变换操作对图像的影响。

#### 二、实验内容

- 1. 学习像素坐标的基本概念和表示方法;
- 2. 理解常见的像素坐标变换操作,包括平移、旋转和缩放;
- 3. 通过对图像应用不同的坐标变换操作,观察和记录图像的变化效果。

## 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机。

## **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

(1) 像素坐标的概念:图像中的每个像素点可以通过二维坐标系来表示,其中 x 表示水平方向的坐标, y 表示垂直方向的坐标。

(2) 平移变换: 平移变换是指通过改变像素的坐标来将图像沿着水平和垂直方向移动。平移变换可以用一个平移向量表示,将原始像素坐标(x, y)转换为新的坐标(x+t\_x, y+t\_y),其中 t\_x 和 t\_y 分别是水平和垂直方向上的平移量。

(3)旋转变换:旋转变换是指通过旋转操作改变像素的位置。旋转变换通常以图像中心点作为旋转中心,指定旋转角度来进行操作。旋转变换后,原始像素坐标(x,y)将转换为新的坐标(x',y')。
(4)缩放变换:缩放变换是指通过改变像素的坐标来调整图像的大小。缩放变换可以按照指定的比例因子对图像进行放大或缩小。对于原始像素坐标(x,y),经过缩放变换后的新坐标为(xs\_x, ys y),其中s x 和 s y 分别是水平和垂直方向上的缩放因子。

#### 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本次实验中,我们将使用预先采集好的图像进行像素坐标变换。对比不同方法的 优缺点。

#### 2. 实验步骤:

(1) 导入图像: 打开图像处理软件, 并导入实验所需的图像文件。

(2) 初始显示:显示原始图像,观察图像的内容和特征。

(3) 平移变换:选择一个平移向量,确定平移的距离和方向。应用平移变换,将图像按照指定的平移向量进行平移。观察平移后的图像效果,记录平移前后的变化。

(4)旋转变换:确定旋转中心点和旋转角度。应用旋转变换,将图像按照指定的旋转中心和角 度进行旋转。观察旋转后的图像效果,记录旋转前后的变化。

(5)缩放变换:确定缩放因子,决定缩放的比例。应用缩放变换,将图像按照指定的缩放因子进行缩放。观察缩放后的图像效果,记录缩放前后的变化。

#### 六、实验操作注意事项

1. 参数设置:在进行每种像素坐标变换之前,仔细选择和设置相应的参数,包括平移向量、旋转 中心和角度、缩放因子等。确保参数设置合理且符合实验要求。
2. 观察记录:进行每种变换操作后,仔细观察图像的变化,并及时记录观察结果。注意记录变换前后的图像特征、明暗度、细节等方面的变化。

3. 精确性要求: 尽量保持操作的精确性,在设置坐标变换参数时,可使用准确的数值或工具进行 辅助。注意细微的操作差异可能对结果产生影响。

4. 多次重复:为了验证实验结果的可靠性,建议进行多次重复实验。重复实验可以帮助排除偶然因素的影响,得到更准确的结果。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 实验序号 | 坐标变换方法 | 参数设置           | 观察结果    |
|------|--------|----------------|---------|
| 1    | 平移     | 平移向量: (dx, dy) | 沿指定方向平移 |
| 2    | 旋转     | 旋转中心: (cx, cy) | 按角度旋转   |
| 3    | 缩放     | 缩放因子: (sx, sy) | 图像进行缩放  |
| 4    |        |                |         |

### 2. 结果与分析

在本实验中,我们使用预先采集好的图像进行像素坐标变换,包括平移、旋转和缩放操作。通过 对比不同方法的结果,我们得出以下结论:

(1) 平移变换:通过平移变换,我们可以将图像沿着水平和垂直方向进行移动。根据实验数据 和观察结果,我们发现平移操作能够改变图像的位置,但不会改变图像的形状和大小。平移变换 的优点在于操作简单,且不会导致图像内容的失真。

(2)旋转变换:通过旋转变换,我们可以围绕指定的中心点将图像按照指定角度进行旋转。根据实验数据和观察结果,我们发现旋转操作能够改变图像的方向和角度,但可能会导致图像形状的畸变。旋转变换的优点在于能够实现图像的方向调整和旋转效果,但需要注意旋转角度的选择,以避免过度畸变图像。

(3) 缩放变换:通过缩放变换,我们可以按照指定的比例因子调整图像的大小。根据实验数据 和观察结果,我们发现缩放操作可以实现图像的放大或缩小效果。较小的缩放因子可以使图像保 持较好的细节,而较大的缩放因子可能导致图像的模糊和失真。缩放变换的优点在于能够调整图 像的大小,但需要注意选择适当的缩放因子以保持图像质量。

## 3. 实验结论

综合比较不同像素坐标变换方法的优缺点,我们可以根据具体的应用需求选择合适的变换方法。平移变换适用于简单的图像位置调整,旋转变换适用于需要调整方向和角度的情况,而缩放 变换适用于需要调整图像大小的应用。需要注意的是,在进行像素坐标变换时,应根据具体情况 和需求选择合适的参数,并综合考虑变换的效果和可能带来的图像畸变。

# 实验四 局部预处理

# 一、实验目的

- 1. 了解机器视觉中的局部预处理技术的概念和作用;
- 2. 学习常见的局部预处理方法,如图像增强、边缘检测和去噪等;
- 3. 实践不同的局部预处理方法,观察和分析其对图像的影响;
- 4. 掌握局部预处理技术在机器视觉应用中的实际应用。

# 二、实验内容

1. 学习局部预处理的基本概念和技术;

- 2. 探索常见的局部预处理方法,如直方图均衡化、滤波和边缘检测等;
- 3. 应用不同的局部预处理方法对图像进行处理,观察和记录图像的变化效果。

## 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机。

### **四、**实验基本原理

1. 局部预处理的概念:局部预处理是指对图像的局部区域进行特定处理,以改善图像的质量、增强特定的图像特征或去除不必要的噪声。

图像增强:图像增强是一种局部预处理方法,通过调整图像的亮度、对比度和颜色等属性,提升图像的视觉效果和可识别性。常见的图像增强方法包括直方图均衡化、对比度增强和色彩调整等。

3. 滤波:滤波是一种局部预处理方法,通过应用特定的滤波器来平滑图像、去除噪声或强调图像的某些特征。常见的滤波方法包括均值滤波、高斯滤波和中值滤波等。

4. 边缘检测:边缘检测是一种局部预处理方法,用于检测图像中的边缘或轮廓。边缘检测可以帮助提取图像的重要特征,并在后续的图像分析和识别任务中发挥重要作用。常见的边缘检测算法包括 Sobel 算子、Canny 算子和 Laplacian 算子等。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验主本实验旨在学习和实践局部预处理方法,使用计算机和图像处理软件进行实验操作。

#### 2. 实验步骤:

- (1) 打开图像处理软件,并导入实验所需的图像文件。
- (2)显示原始图像,观察图像的内容和特征。
- (3) 根据实验目的选择合适的局部预处理方法,如图像增强、滤波或边缘检测等。
- (4)应用所选的局部预处理方法,对图像进行处理。
- (5)观察处理后的图像效果,记录处理前后的变化。

## 六、实验操作注意事项

- 1. 在进行图像处理操作时,确保图像处理软件的正确操作和参数设置。
- 2. 根据实验要求,选择合适的局部预处理方法,并设置相应的参数。
- 3. 注意保存实验过程中得到的处理后的图像以备后续分析和比较。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录

| 序号 | 方法 | 参数设置 | 观察结果 |
|----|----|------|------|
|----|----|------|------|

| 1 | 图像增强 | 直方图均衡化   | 图像亮度增加、对比度增强 |
|---|------|----------|--------------|
| 2 | 滤波   | 高斯滤波     | 图像平滑化、去除噪声   |
| 3 | 边缘检测 | Canny 算子 | 边缘被凸显,轮廓明显   |
|   |      |          |              |

## 2. 结果与分析

通过应用不同的局部预处理方法对图像进行处理,我们观察到以下结果和效果:

(1)图像增强:应用直方图均衡化方法后,图像的亮度得到增强,同时对比度也得到了提升。图像中的细节更加清晰可见。对比度增强方法使得图像的黑白部分更加鲜明,增强了图像的视觉效果。色彩调整方法可以改变图像的色彩分布,使得图像更加饱满或者调整成特定的色调。
(2)滤波:高斯滤波方法通过平滑图像,有效地去除了噪声。图像的细节部分变得更加平滑,噪声的影响得到了显著减少。均值滤波方法也可以减少噪声,但可能会导致图像的细节部分变得模糊。

(3)边缘检测: Canny 算子在图像中准确地检测到了边缘,边缘的轮廓清晰可见。通过调整阈值,可以控制检测到的边缘数量和精度。

### 3. 实验结论

通过本次实验的学习和实践,我们得出以下结论:局部预处理方法在机器视觉领域中起着重要的 作用,可以通过调整图像的属性、去除噪声和突出特定特征来改善图像质量和增强图像信息。图 像增强方法,如直方图均衡化、对比度增强和色彩调整等,能够提升图像的视觉效果、增加对比 度和调整图像的色彩分布。滤波方法,如高斯滤波和均值滤波等,可以平滑图像、去除噪声,但 需要注意滤波器的参数设置,以避免图像的细节模糊和失真。

# 实验五 边界检测

# 一、实验目的

- 1. 了解机器视觉中的边缘检测概念和原理;
- 2. 学习常见的边缘检测方法和算法;
- 3. 实践不同的边缘检测技术,观察并分析其在图像处理中的应用效果;
- 4. 掌握边缘检测技术在机器视觉任务中的实际应用。

# 二、实验内容

1. 学习边缘检测的基本概念和原理;

2. 探索常见的边缘检测方法,如 Sobel 算子、Canny 算子和 Laplacian 算子等;

3. 应用不同的边缘检测方法对图像进行处理,观察和记录边缘检测结果。

# 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机。

# **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

 边缘检测的概念:边缘是图像中像素强度发生剧烈变化的地方,边缘检测是 指在图像中定位这些边缘区域的过程。边缘检测对于后续的图像分割、物体识别和目 标定位等任务非常重要。

2. Sobel 算子: Sobel 算子是一种基于梯度的边缘检测方法,通过计算图像的水平和垂直方向上的梯度来定位边缘。Sobel 算子可以根据不同的阈值选取来得到不同强度的边缘。

3. Canny 算子: Canny 算子是一种经典的边缘检测算法,它通过多步骤的处理来 提取图像中的边缘。Canny 算子首先进行高斯滤波来平滑图像,然后计算梯度和非最 大抑制,最后通过阈值处理得到边缘。

4. Laplacian 算子: Laplacian 算子是一种基于二阶微分的边缘检测方法,它通过 计算图像的二阶导数来定位边缘。Laplacian 算子对边缘的响应更加敏感,可以检测 到更细微的边缘特征。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本次实验中,首先获取具有代表性的各类图像作为实验样本。然后选择如 Roberts 算子、Sobel 算 子、Canny 算子等边界检测算法,将图像导入实验环境,依次应用各算法进行处理,过程中仔细 调整算法参数以获得最佳效果。观察并记录每种算法处理后图像边界的呈现情况,分析其在不同 类型图像上检测的准确性、完整性以及对噪声的抵抗能力等,通过对比总结出不同算法的优势与 局限,从而加深对边界检测技术的理解和掌握。

#### 2. 实验步骤:

- (1) 打开图像处理软件,并导入实验所需的图像文件。
- (2)显示原始图像,观察图像的内容和特征。
- (3) 根据实验目的选择合适的边缘检测方法,如 Sobel 算子、Canny 算子或 Laplacian 算子等。
- (4)应用所选的边缘检测方法,对图像进行处理。
- (5) 观察处理后的图像, 观察边缘检测结果并记录。

# 六、实验操作注意事项

- 1. 确保计算机和图像处理软件正常运行,并具备所需的库和插件。
- 2. 下载和准备适当的图像文件,确保图像具有明显的边缘特征。
- 3. 在进行边缘检测前,对图像进行必要的预处理,如灰度化或彩色转换。
- 4. 根据实验需要选择适当的边缘检测方法和参数设置。
- 5. 保存实验过程中得到的处理后的图像以备后续分析和比较。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 序号 | 图像名称       | 边缘检测方法       | 参数设置      |
|----|------------|--------------|-----------|
| 1  | image1.jpg | Sobel 算子     | 阈值=50     |
| 2  | image2.jpg | Canny 算子     | 阈值=30,100 |
| 3  | image3.jpg | Laplacian 算子 | 无         |

### 2. 结果与分析

通过对比不同边缘检测方法在不同图像上的应用效果,我们观察到以下结果:

(1) Sobel 算子在边缘检测中表现出了良好的效果。通过计算图像的梯度, Sobel 算子能够准确 地定位边缘。在实验中,我们调整了 Sobel 算子的阈值参数,并观察到不同阈值下检测到的边缘 数量和强度的变化。较低的阈值可以检测到更多的边缘,但可能伴随一些噪声或不精确的边缘检 测。较高的阈值可以得到更准确的边缘,但可能会丧失一些细微的边缘特征。因此,在实际应用 中,我们需要根据具体要求选择合适的阈值参数。

(2) Canny 算子在边缘检测中也表现出了很好的性能。Canny 算子采用了多步骤的处理方法,包括高斯滤波、计算梯度和非最大抑制等。这些步骤使得 Canny 算子能够提取出清晰准确的边缘。 在实验中,我们调整了 Canny 算子的阈值参数,观察到较低的阈值可以得到较多的边缘,而较高的阈值可以得到较少但更准确的边缘。Canny 算子的优势在于能够抑制噪声和连续边缘的干扰,同时保留主要的边缘特征。

(3) Laplacian 算子作为一种基于二阶微分的边缘检测方法,对边缘的响应更加敏感。在实验中, 我们观察到 Laplacian 算子能够检测到较细微的边缘特征,但同时也容易受到噪声的影响,可能 出现边缘断裂的情况。因此,在使用 Laplacian 算子时,我们需要谨慎选择合适的阈值和参数设 置,以平衡边缘的准确性和噪声的干扰。

#### 3. 实验结论

实验表明,不同的边缘检测方法在图像处理中具有不同的优势和适用性。Sobel 算子适用于大部分图像的边缘检测,Canny 算子在对边缘准确性要求较高的情况下表现出色,而 Laplacian 算子则适用于对细微边缘特征敏感的应用场景。此外,实验还展示了调整边缘检测方法参数的重要性。 合适的参数设置可以获得更好的边缘检测效果,并且应根据具体情况进行调整。

# 实验六 简单几何边界表示

# 一、实验目的

1. 了解简单几何边界表示的概念和原理;

2. 学习常见的几何边界表示方法,如直线、圆和矩形等;

3. 实践不同的几何边界表示技术,观察并分析其在机器视觉任务中的应用效果;

4. 掌握几何边界表示技术在机器视觉中的实际应用。

# 二、实验内容

1. 学习简单几何边界表示的基本概念和原理;

2. 探索常见的几何边界表示方法,如直线方程、圆心和半径、矩形的边界框等;

3. 应用不同的几何边界表示方法对图像中的几何形状进行表示,并观察和记录结果。

## 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机。

## **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

(1)几何边界表示的概念:几何边界表示是指通过数学模型来描述图像中的简单几何形状,如直线、圆和矩形等。几何边界表示可以通过一些参数或属性来描述几何形状的位置、大小和形态特征。

(2)直线方程表示:直线可以用斜率和截距的形式表示,即 y = mx + b。其中,
 m 是直线的斜率,b 是直线在 y 轴上的截距。直线方程表示可以精确地描述直线在图像中的位置和方向。

(3)圆的圆心和半径表示:圆可以用其圆心和半径来表示。圆心是圆的中心点的坐标,半径是从圆心到圆上的任意一点的距离。圆心和半径表示可以准确地描述圆在图像中的位置和大小。

(4)矩形的边界框表示:矩形可以用其边界框来表示,边界框是一个矩形区域, 由左上角和右下角的坐标确定。矩形的边界框表示可以描述矩形在图像中的位置和尺 寸。

# 五、实验方法与步骤

### 1. 实验方法:

本次实验中,准备多样化的包含简单几何形状的图像。选择合适的工具或编程环 境来进行实验操作。先对图像进行预处理,如灰度化等。接着运用边界表示的相关算 法和技术,比如通过提取边缘像素点来确定几何边界。对于圆形、矩形等常见几何形 状,尝试不同的方法来准确表示其边界,如基于轮廓跟踪的方法。在实验过程中,记 录不同方法的效果和遇到的问题,分析其准确性、稳定性和效率。不断调整参数和尝 试新的思路,观察对边界表示结果的影响。同时,对比不同图像中相同几何形状的边 界表示差异,总结出适用不同情况的最佳实践方法。

#### 2. 实验步骤:

(1) 打开图像处理软件,并导入实验所需的图像文件。

(2)显示原始图像,观察图像的内容和特征。

(3)根据实验目的选择合适的几何边界表示方法,如直线方程、圆的圆心和半径、矩形的边界 框等。

(4)应用所选的几何边界表示方法,对图像中的几何形状进行表示。

(5) 观察处理后的图像, 观察几何边界表示的结果并记录。

## 六、实验操作注意事项

1 下载和准备适当的图像文件,包含具有简单几何形状的图像。

2. 在进行几何边界表示前,对图像进行必要的预处理,如灰度化或彩色转换。

3. 根据实验需要选择适当的几何边界表示方法,如直线方程、圆心和半径、矩形的边界框等。实验过程中注意调整参数和观察结果,以获取准确的几何边界表示。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 序号 | 图像名称       | 几何形状    | 几何边界表示  |
|----|------------|---------|---------|
| 1  | Image1.jpg | 斜率和截距表示 | 直线位置和方向 |
| 2  | image2.jpg | 圆       | 圆心和半径表示 |
| 3  | image3.jpg | 矩形      | 边界框表示   |

### 2. 结果与分析

根据实验数据记录和观察结果,进行结果分析。比较不同几何边界表示方法在图像中的效果和性能差异。分析实验结果的优缺点,并讨论不同方法在机器视觉应用中的适用性和局限性。

(1) 直线方程表示方法:优点:直线方程表示方法能够准确地描述直线在图像中的位置和方向, 具有较高的精度和可靠性。缺点:直线方程表示方法对于曲线或不连续的边界形状不适用,只能 表示直线形状。

(2)圆心和半径表示方法:优点:圆心和半径表示方法能够准确地描述圆在图像中的位置和大小,对于圆形状的边界检测非常有效。缺点:圆心和半径表示方法对于非圆形状的边界形状不适用,无法表示其他几何形状。

(3)矩形的边界框表示方法:优点:矩形的边界框表示方法简单直观,能够准确地描述矩形在 图像中的位置和尺寸。缺点:矩形的边界框表示方法对于非矩形形状的边界不适用,不能表示曲 线或复杂形状。

#### 3. 实验结论

实验表明,不同的几何边界表示方法适用于不同类型的边界形状。直线方程表示适用于直线形状,圆心和半径表示适用于圆形状,矩形的边界框表示适用于矩形形状。

在实际机器视觉应用中,根据需要选择合适的几何边界表示方法,以准确地描述目标的形状和位置。针对复杂的边界形状,可能需要结合多个几何边界表示方法或采用其他更高级的边界表示技术来实现更准确的表示和检测。

# 实验七 物体识别

# 一、实验目的

- 1. 了解物体识别在机器视觉中的基本概念和重要性;
- 2. 学习物体识别的基本流程和常用方法;
- 3. 实践物体识别技术,掌握物体识别的实际应用;
- 4. 分析并评估不同的物体识别方法在不同场景下的表现和适用性。

# 二、实验内容

- 1. 学习物体识别的基本原理和流程;
- 2. 探索常用的物体识别方法, 如基于特征提取的方法和深度学习方法;
- 3. 进行实验,应用不同的物体识别方法对给定图像或视频中的物体进行识别,并观察和记录结果。

## 三、实验仪器

- 1. 计算机及操作系统: PC 机。
- 2. 图像处理软件(如 OpenCV、Python Imaging Library 等)
- 3. 深度学习框架(如 TensorFlow、PyTorch 等)

# **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

(1)物体识别是指通过计算机视觉技术和算法,将输入的图像或视频中的物体自动识别和分类。 物体识别在许多领域具有广泛应用,如自动驾驶、智能安防和机器人导航等。

(2)基于特征提取的物体识别方法:基于特征提取的物体识别方法通过提取图像中的特征,并利用机器学习算法进行分类。常用的特征提取方法包括颜色直方图、方向梯度直方图(HOG)和尺度不变特征变换(SIFT)等。

(3) 基于深度学习的物体识别方法:基于深度学习的物体识别方法使用深度神经网络模型,如 卷积神经网络(CNN)和循环神经网络(RNN),通过端到端的训练实现物体识别。深度学习方 法具有较高的准确性和泛化能力,在大规模数据集上取得了显著的成果。

### 五、实验方法与步骤

### 1. 实验方法:

本次实验中,先准备一组包含多种不同物体的图像集。将图像导入到合适的机器视觉系统或软件 中。采用特征提取技术,如提取颜色、形状、纹理等特征,然后运用模式识别算法,如基于机器 学习或深度学习的方法。设置不同的参数和训练条件,对物体进行识别训练。之后,使用训练好 的模型对新的图像进行物体识别测试。在测试过程中,仔细观察识别结果的准确性和可靠性,记 录错误识别和正确识别的情况。通过对比不同算法和参数设置下的识别效果,分析其优势和不足。 同时,可以尝试引入干扰因素,如光照变化、物体遮挡等,观察系统对复杂情况的应对能力。不 断优化算法和参数,以提高物体识别的性能。

#### 2. 实验步骤:

(1)准备实验数据:收集包含不同物体的图像或视频数据集,确保每个物体都有对应的标签或 类别。

(2)图像预处理:对每个图像进行预处理,包括调整大小、去噪和灰度化等操作,以便后续处理。

(3)特征提取:使用适当的特征提取方法从预处理后的图像中提取有助于物体识别的特征。可以尝试不同的特征表示方法,如颜色直方图、HOG或SIFT等。

(4) 特征匹配和分类:将提取的特征与已知的物体特征进行匹配,并使用机器学习算法(如支

持向量机或 K 近邻算法)进行分类。根据匹配结果,确定物体的类别或标识。

(5)实验重复和评估:对所有图像进行相同的处理步骤,重复进行特征提取和分类。评估识别结果的准确性和性能。

# **六、**实验操作注意事项

1. 确保计算机和所需的图像处理软件/库正常运行。

- 2. 根据实验需要选择合适的物体识别方法和特征提取方法。
- 3. 对图像进行适当的预处理,以确保图像质量和一致性。
- 4. 确保数据集中每个物体都有正确的标签或类别。
- 5. 在实验过程中注意调整参数和观察结果,以获取准确的物体识别效果。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 序号 | 图像名称       | 物体类别   | 特征提取方法 |
|----|------------|--------|--------|
| 1  | image1.jpg | 猫      | HOG    |
| 2  | image2.jpg | 汽车     | 颜色直方图  |
| 3  | image3.jpg | 应<br>可 | SIFT   |
| 4  |            |        |        |

#### 2. 结果与分析

根据实验数据记录和观察结果,我们对不同物体识别方法和特征提取方法进行了比较,并评估了 其在物体识别任务中的性能和准确性。

(1)采用了基于特征提取的方法,包括颜色直方图、HOG 和 SIFT 等。通过提取图像的特征向量,并使用机器学习算法进行分类,我们成功识别了图像中的不同物体。在这些方法中,颜色直方图方法在一些场景下表现良好,特别是对于颜色对物体识别的重要性较高的情况。HOG 方法则对于物体的纹理和边缘特征有较好的捕捉能力。SIFT 方法则对于物体的尺度和旋转不变性具有较好的表现。

(2)尝试了基于深度学习的物体识别方法,使用了卷积神经网络(CNN)模型。通过端到端的 训练和学习,我们可以直接从原始图像中提取特征并进行分类。深度学习方法在物体识别任务中 取得了显著的成果,具有较高的准确性和泛化能力。然而,深度学习方法需要大量的训练数据和 计算资源,并且对于小规模数据集可能会出现过拟合的问题。

#### 3. 实验结论

实验表明,物体识别技术在机器视觉中具有广泛的应用前景。基于特征提取的方法适用于简单场 景和小规模数据集,而基于深度学习的方法适用于复杂场景和大规模数据集。未来,物体识别技 术还可以结合其他技术如目标检测和语义分割等,进一步提升识别准确性和应用范围。通过本实 验的结果与分析,我们深入理解了物体识别技术的原理和应用,并为进一步的研究和实际应用提 供了指导和启示。

# 实验八 物体识别中的优化技术

# 一、实验目的

1. 了解物体识别中的优化技术的基本概念和重要性;

- 2. 学习遗传算法、模拟退火等优化技术的基本原理和应用;
- 3. 探索优化技术在物体识别中的作用,提高识别准确性和性能;
- 4. 分析并评估不同优化技术在物体识别中的效果和适用性。

# 二、实验内容

- 1. 学习物体识别中的优化技术,如遗传算法和模拟退火等;
- 2. 实践优化技术在物体识别中的应用,提高识别准确性和性能;
- 3. 分析和比较不同优化技术在物体识别中的效果和优缺点。

# 三、实验仪器

- 1. 计算机及操作系统: PC 机。
- 2. 图像处理软件(如 OpenCV、Python Imaging Library 等)

## **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

(1)优化技术的概念:优化技术是指使用特定的算法和策略,通过搜索和调整参数的方式,寻找最优解或近似最优解的方法。在物体识别中,优化技术可以用于提高识别准确性和性能。

(2)遗传算法:遗传算法是一种模拟自然进化过程的优化算法。它通过模拟遗传操作,如选择、 交叉和变异,对解空间中的个体进行搜索和优化。在物体识别中,遗传算法可以用于优化特征选 择、分类器参数调整等问题。

(3)模拟退火:模拟退火是一种基于物理退火过程的优化算法。它通过模拟固体物质冷却时的 退火过程,在解空间中搜索全局最优解。模拟退火算法可以用于优化特征权重、阈值等参数,以 及搜索最佳分类器配置。

(4)优化技术在物体识别中的应用:优化技术可以在物体识别中发挥重要作用,如特征选择优化:通过遗传算法等技术,从大量特征中选择最具有区分能力的特征子集,提高识别性能和计算效率。参数调优:通过优化算法,自动调整分类器的参数,使其更适应特定的物体识别任务。分类器配置优化:通过优化算法搜索最佳的分类器配置,包括分类器类型、参数设置等,以提高物体识别的准确性和泛化能力。

# 五、实验方法与步骤

## 1. 实验方法:

本次实验中,我们将采用多种实验方法。准备一组包含各种物体的图像数据,并对物体进行标注。 确定遗传算法的相关参数,如种群规模、交叉概率、变异概率等。

将物体特征提取与遗传算法相结合,构建适应度函数。运行遗传算法,进行迭代进化,观察算法 在不同代的表现和对物体识别性能的提升情况。记录不同参数设置下的实验结果,分析其对优化 效果的影响。

#### 2. 实验步骤:

(1) 准备实验数据集:收集包含多个类别物体的图像数据集,并为每个物体提供正确的标签或 类别。

(2)确定优化目标:根据实验需求,确定物体识别中的优化目标,如提高准确性、降低误分类 率等。

(3) 实现优化技术:选择并实现所学习的优化技术,如遗传算法或模拟退火。根据具体情况,

设置算法的参数和停止条件。

(4)特征选择优化:利用遗传算法等优化技术,选择最佳的特征子集。考虑特征的区分能力和 冗余性,进行特征选择或提取。

(5)参数调优:使用优化技术自动调整分类器的参数。根据优化目标和分类器的特性,进行参数调整,提高分类器的性能。

(6)分类器配置优化:通过优化技术搜索最佳的分类器配置。包括选择合适的分类器类型、设置参数和阈值等,以获得更好的识别效果。

(7)实验重复和评估:对所有图像进行相同的优化步骤,重复实验过程。评估优化后的物体识别结果,计算准确率、召回率或其他性能指标。

## <u>六、实验操作注意事项</u>

1. 确保计算机和所需的图像处理软件/库正常运行。

2. 根据实验需要选择合适的优化技术和相关参数设置。

3. 对图像进行适当的预处理,以确保图像质量和一致性。

4. 确保数据集中每个物体都有正确的标签或类别。

5. 在实验过程中注意调整参数和观察结果,以获取优化后的物体识别效果。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 序号 | 图像名称       | 物体类别 | 优化前识别结果 |
|----|------------|------|---------|
| 1  | image1.jpg | 猫    | 狗       |
| 2  | image2.jpg | 汽车   | 汽车      |
| 3  | image3.jpg | 鸟    | 鸟       |
|    |            |      |         |

#### 2. 结果与分析

(1)通过对比优化前后的识别结果,我们观察到在大多数情况下,优化技术能够显著提高物体 识别的准确性和性能。优化后的识别结果更接近于真实标签,误分类率明显降低。

(2)通过应用遗传算法和模拟退火等优化技术,我们观察到在特征选择、参数调优和分类器配置优化等方面取得了显著的效果。特征选择优化帮助我们识别出最具有区分能力的特征子集,减少了特征的冗余性,提高了分类器的准确性。参数调优和分类器配置优化使得分类器更加适应特定的物体识别任务,提高了分类的准确性和泛化能力。

(3)在实验过程中,我们也面临一些挑战和问题。优化技术的性能和效果受到参数设置的影响, 不同参数的组合可能导致不同的优化结果。此外,优化技术可能需要更多的计算资源和时间,尤 其是在处理大规模数据集或复杂任务时。

#### 3. 实验结论

实验表明,优化技术在物体识别中具有重要作用,能够显著提高识别准确性和性能。特征选择优化、参数调优和分类器配置优化等优化技术可以根据特定任务的需求进行灵活应用,提高物体识别系统的性能和泛化能力。然而,在应用优化技术时需要注意参数设置、计算资源和结果的可靠性,同时还需要进一步研究和实验验证优化技术在不同场景下的适用性和效果。

# 《机器人运动控制技术》实验

- 实验一 家庭服务机器人系统
- 实验二 仿真机器人系统
- 实验三 机器人传感器
- 实验四 机械手运动控制
- 实验五 全局自适应神经网络控制器仿真
- 实验六 基于神经网络的自适应仿真
- 实验七 基于牛顿欧拉模型的自适应学习
- 实验八 机器人自适应操作技能学习

# 实验一 家庭服务机器人系统

# 一、实验目的

1. 理解家庭服务机器人系统的机器人运动控制原理和应用。

- 2. 学习如何使用机器人运动控制指令来实现家庭服务任务,如清洁、搬运、导航等。
- 3. 掌握如何编程和调试家庭服务机器人系统,以实现安全、高效和准确的运动控制。

#### 二、实验内容

1. 介绍家庭服务机器人系统中常用的运动控制指令,如移动、旋转、抓取等。

- 2. 解释各种指令的语法和参数,以及它们在机器人运动控制中的作用。
- 3. 演示如何使用机器人运动控制指令来实现这些任务,并通过实验验证其正确性和效果。

## 三、实验仪器

- 1. 家庭服务机器人:提供一台具备运动控制功能的家庭服务机器人。
- 2. 控制器: 连接到家庭服务机器人的控制器。

# **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

 机器人运动学:机器人运动学是研究机器人运动的学科,涉及坐标系、关节角度和末端执行器等概念。机器人通常使用关节控制来实现运动。每个关节都有一个特定的角度范围和运动速度限制。机器人运动学模型描述了机器人的运动关系和几何特性,可以用于计算和控制机器人的运动。
 运动控制指令解析与执行:机器人运动控制指令定义了机器人应该如何移动、旋转、抓取等。 在实验中,学员需要学习如何解析和执行这些运动控制指令,将其转化为机器人的具体动作。运动控制指令可以包括目标位置、速度、加速度等参数,以及机器人的坐标系和工具坐标系的定义。
 传感器数据融合与导航:家庭服务机器人系统通常配备了多种传感器,如激光雷达、摄像头、惯性测量单元等。传感器数据融合是将不同传感器获取的信息进行整合,以获得更准确和全面的环境感知。导航算法利用传感器数据和环境地图来实现机器人的自主导航和路径规划,以达到特定目标位置。

4. 编程和调试:家庭服务机器人系统的开发和控制通常使用编程语言和开发框架,如 ROS (机器人操作系统)。学生需要学习如何编写机器人运动控制的程序,并进行调试和优化,以满足特定任务的需求。编程和调试过程中,学员需要关注代码的正确性、效率和安全性,确保机器人能够准确执行任务。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

学生将机器人放置在一个空旷的区域,并确保其周围没有障碍物或危险物品。连接控制器和机器 人,并确保控制器能够与机器人通信和控制。让机器人在家庭环境中移动,观察其对障碍物的检 测和避让能力。记录机器人在不同环境条件下(如光线变化、复杂布局等)的感知表现。

### 2. 实验步骤:

- (1) 启动机器人系统并确保其正常运行。
- (2) 打开编程环境,加载相关的机器人运动控制代码和程序。
- (3) 编写或修改代码,以实现特定的家庭服务任务,如移动、旋转、抓取等。
- (4) 将任务转化为运动控制指令,并发送给机器人进行执行。
- (5)观察机器人的运动行为和执行效果,记录和分析实验结果。
- (6) 如有必要,调试和优化代码,以改进机器人的运动控制性能。
- (7)针对每个家庭服务任务,评估机器人的运动控制是否能够实现指定的动作和功能。

- (8)检查机器人的运动轨迹、准确性和安全性,确保其在执行任务时不会造成损坏或危险。
- (9)分析实验结果,比较预期结果与实际结果之间的差异,并提出改进措施和建议。

# 六、实验操作注意事项

1. 安全操作: 在实验室或实验环境中,确保遵守相关的安全规定和操作程序。

确保实验区域没有障碍物、危险物品或其他可能引发意外的物体。了解机器人系统的安全特性和 限制,并遵循使用和操作指南。

2. 电源和连接:在进行任何操作之前,确保机器人和相关设备的电源已关闭。在连接或断开任何 电缆、线缆或传感器时,务必先断开电源,避免电击或设备损坏。

3. 编程和指令: 仔细编写和检查机器人运动控制的程序代码,确保其正确性和安全性。在执行运动控制指令之前,确保已经仔细验证和测试了代码的功能和逻辑。

4. 实验区域:在实验区域内保持整洁、干净,并确保没有杂物或绊倒的物品。确保实验区域的大小和条件适合机器人的运动,避免机器人与周围环境发生碰撞或意外。

5. 监控和观察:在实验过程中,保持对机器人的监控和观察,确保其在执行任务时的安全和稳定性。注意机器人的运动轨迹、速度和力度,确保其与周围环境和对象之间的交互安全。

6. 实验记录和分析:记录实验过程中的关键信息,包括运动控制指令、机器人的响应和执行结果 等。分析实验结果,比较预期结果与实际结果之间的差异,并记录可能的问题和改进点。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 实验序号 | 实验参数1 | 实验参数 2 | 运动指令 | 观察结果 |
|------|-------|--------|------|------|
| 1    | 值 1   | 值 2    | 指令 1 | 结果 1 |
| 2    | 值 3   | 值 4    | 指令 2 | 结果 2 |
| 3    | 值 5   | 值 6    | 指令 3 | 结果 3 |
| 4    |       |        |      |      |

#### 2. 结果与分析

(1)运动准确性分析:通过记录机器人达到目标位置的实际位置和目标位置之间的误差,我们 发现机器人在大多数情况下能够准确移动到目标位置。平均误差为 2.5 厘米,最大误差为 5 厘米。 这表明我们的运动控制算法在大多数情况下能够精确地控制机器人的位置。

(2)运动稳定性分析:观察机器人在移动过程中的抖动和震荡情况,我们发现在高速运动时,

机器人存在轻微的抖动现象。这可能与机器人的机械结构和控制系统的响应时间有关。我们将进一步优化控制算法以提高运动的稳定性。

(3)运动速度分析:通过记录机器人在不同任务下的平均速度,我们发现机器人的运动速度在 合理范围内。平均速度为 0.5 米/秒,最大速度为 1 米/秒。这符合我们的预期,并满足了家庭服务 机器人的运动需求。

#### 3. 实验结论

机器人的运动控制算法能够实现准确的位置控制。通过分析实验数据,我们观察到机器人在 大多数情况下能够准确地移动到目标位置,平均误差仅为2.5厘米。这表明我们所采用的运动控 制算法具有较高的精度和准确性。机器人在运动过程中表现出一定的稳定性和平滑性。尽管在高 速移动时会出现轻微的抖动现象,但整体而言,机器人的运动相对稳定。这为机器人在家庭服务 任务中的运动表现提供了良好的基础。机器人的运动速度符合家庭服务机器人的要求。通过实验 数据分析,我们确定机器人的平均速度为0.5米/秒,最大速度为1米/秒。这个速度范围可以满足 日常家务任务的运动需求,并提供了合理的响应时间。我们可以进一步优化运动控制算法,以提 高机器人在高速移动时的稳定性,并减少抖动现象。此外,我们还可以考虑增加传感器精度和改 善控制系统的响应时间,以进一步提升机器人的运动控制性能。

# 实验二 仿真机器人系统

## 一、实验目的

1. 理解机器人运动控制的基本原理和概念;

2. 学习如何使用仿真软件进行机器人运动控制仿真;

3. 掌握运动控制算法的设计和实现。

## 二、实验内容

1. 熟悉仿真机器人系统和仿真软件环境;

2. 设计和实现基本的运动控制算法;

3. 进行仿真实验,观察和分析机器人的运动表现;

4. 调试和优化运动控制算法,改进机器人的运动性能。

# 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机。

2. 仿真软件 (如 ROS (Robot Operating System)、V-REP (Virtual Robot Experimentation Platform) 等)

## 四、实验基本原理

以下是本次实验基本原理:

1. 机器人运动控制基本概念。位姿表示:机器人的位姿由位置和姿态组成,通常使用欧拉角、四 元数或转换矩阵进行表示。运动规划:运动规划是指确定机器人从起始位姿到目标位姿的轨迹和 动作序列的过程。常见的运动规划方法包括路径规划和轨迹跟踪。运动控制:运动控制是根据规 划的轨迹和动作序列,通过控制机器人的关节或执行器,使机器人实现所期望的运动。反馈控制: 反馈控制是一种基于实时传感器反馈信息的控制方法,通过不断调整控制信号来纠正误差,使机 器人实现精确的运动。

2. 仿真机器人系统。仿真机器人系统通过软件模拟机器人的运动和行为,提供一个虚拟的实验环境。它可以模拟真实机器人的物理特性、传感器和执行器,并提供运动控制算法的验证和优化平台。仿真软件通常提供图形界面和编程接口,使学生能够可视化地设计和调试运动控制算法,并进行实时仿真。

3. 运动控制算法设计包括路径规划和轨迹跟踪两个主要方面。路径规划:路径规划确定机器人从 起始位姿到目标位姿的最佳路径。常见的路径规划算法包括最短路径算法(如 Dijkstra 算法)、 A\*算法等。轨迹跟踪:轨迹跟踪是指根据规划的路径,在实际运动中控制机器人沿着路径运动。 常见的轨迹跟踪算法包括 PID 控制、模型预测控制等。

# 五、实验方法与步骤

### 1. 实验方法:

启动仿真软件,根据要求设置场景参数,如场地大小、障碍物分布等。加载机器人模型,并确保 其各项参数设置正确。通过控制界面输入指令,让机器人执行前进、后退、左转、右转等基本动 作。观察机器人在仿真环境中的实际运动轨迹和状态。

#### 2. 实验步骤:

(1) 启动仿真软件,并创建一个新的仿真场景。

(2) 导入机器人模型,并设置其初始位姿。

(3) 设计和实现基本的运动控制算法,可以使用仿真软件提供的编程接口或脚本语言进行编写。

(4) 定义目标位姿或轨迹,作为机器人运动的目标。

(5)运行仿真实验,并观察机器人的运动表现。

(6) 在仿真实验过程中,学生应记录机器人的位姿数据、控制信号和其他相关参数。

(7)学生可以使用仿真软件提供的数据记录和可视化工具,或者编写自己的脚本来记录和分析 实验数据。

(8)分析实验数据,评估机器人的运动性能,包括位姿误差、运动稳定性和响应时间等指标。

(9) 根据实验数据的分析结果,学生可以对运动控制算法进行调优和改进。

## 六、实验操作注意事项

1. 熟悉实验环境:在进行实验之前,学生应该熟悉所使用的仿真软件的基本操作和界面。学生应该了解仿真软件提供的工具和功能,以便正确地设置和调整仿真场景。

2. 安全操作:虽然是在仿真环境中进行实验,但学生仍然应该遵守安全操作准则,以避免不必要的损坏或伤害。避免在虚拟环境中导致机器人碰撞或发生意外情况。

3. 参数设置:在进行运动控制实验前,学生需要根据仿真场景和机器人模型的特性,设置合适的 参数。学生应该了解各个参数的含义和影响,根据实验需求进行适当的调整。

4. 实验记录:学生应该记录实验过程中的关键步骤、参数设置和观察结果。记录实验数据和观察 现象对于后续的数据分析和算法调优非常重要。

5. 数据分析与算法调优:学生应根据实验数据进行分析,并评估机器人的运动性能。在进行算法 调优时,学生可以尝试不同的参数设置和控制策略,并记录每次调优的结果。注意对比不同参数 设置或算法改进的实验数据,以评估改进效果。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 实验编号 | 位姿数据                 | 控制信号                | 其他参数        |
|------|----------------------|---------------------|-------------|
| 1    | (x: 0, y: 0, z: 0)   | (vx: 0.5, vy: 0.2)  | 速度限制: 1 m/s |
| 2    | (x: 0.5, y: 0, z: 0) | (vx: 0.3, vy: -0.1) | 速度限制: 1 m/s |
| 3    | (x: 1, y: 0, z: 0)   | (vx: 0.2, vy: 0.4)  | 速度限制: 1 m/s |
| 4    | (x: 1.5, y: 0, z: 0) | (vx: -0.1, vy: 0.3) | 速度限制: 1 m/s |

#### 2. 结果与分析

(1) 位姿数据分析:从实验编号1到实验编号4,机器人的x坐标逐渐增加,表明机器人在x轴上实现了一定的位移。控制信号中的vx值显示出了机器人在x轴上的正向速度变化,从0.5到-0.1,然后再回升到0.2和-0.1。通过比较位姿数据和控制信号,可以分析机器人的运动轨迹和速度变化,以评估运动控制的准确性和稳定性。

(2)速度限制分析:在其他参数列中,我们记录了速度限制为1m/s。可以通过比较控制信号的 速度值和速度限制来评估机器人的速度控制是否符合要求。如果控制信号超过了速度限制,可能 需要进一步优化控制算法或调整参数。

## 3. 实验结论

通过本次实验,我们可以得出以下重要结论:机器人在仿真环境下实现了一定的位移和运动控制。

位姿数据和控制信号的分析表明机器人在 x 轴上实现了从原点开始的正向运动,并且速度在一定 范围内变化。实验结果显示机器人的运动稳定性和姿态控制精度,但在某些情况下可能存在异常 运动或不稳定的行为。速度限制的设置在一定程度上限制了机器人的运动速度,但需要进一步优 化控制算法以确保控制信号符合要求。在实验编号 4 中出现的异常运动可能表明控制信号生成或 传递过程中存在问题,需要进一步调查和解决。

# 实验三 机器人传感器

# 一、实验目的

1. 了解机器人传感器的原理和应用,培养其对机器人感知环境的能力。

2. 掌握使用传感器进行机器人运动控制的基本技能。

# 二、实验内容

1. 熟悉常用的机器人传感器类型, 如接近传感器、红外线传感器、超声波传感器、视觉传感器等。

2. 学习传感器的工作原理和使用方法。

3. 进行实验,使用传感器获取环境信息,如距离、颜色、障碍物等。

4 分析传感器数据并根据其反馈控制机器人的运动行为。

# 三、实验仪器

1. 计算机及操作系统: PC 机。

2. 传感器模块: 接近传感器、红外线传感器、超声波传感器、视觉传感器等。

3. 开发环境和软件工具: 根据机器人平台的要求, 配置相应的开发环境和软件工具。

# 四、实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

(1) 传感器工作原理:接近传感器:通过测量物体与传感器之间的距离,判断是否有物体靠近。 红外线传感器:利用红外线发射和接收原理,检测物体的反射红外线,从而判断物体的存在和距 离。超声波传感器:利用超声波的发射和接收原理,测量声波的往返时间来计算物体与传感器之 间的距离。视觉传感器:使用摄像头感知环境,通过图像处理和计算机视觉算法提取物体特征。

(2) 传感器数据处理和运动控制:读取传感器数据:使用编程语言和开发环境提供的 API,读 取传感器模块获取的数据。数据分析和判断:根据传感器反馈的数据,例如距离、颜色等,进行 数据分析和判断,确定机器人的运动策略。运动控制:根据分析结果,通过编程控制机器人执行 相应的运动行为,如避障、寻路等。

## 五、实验方法与步骤

### 1. 实验方法:

本次实验中,逐一展示机器人配备的各类传感器,如红外传感器、超声传感器、 视觉传感器等。让学生观察传感器的外观和安装位置。红外传感器检测实验:将机器 人置于不同距离和角度的障碍物前,记录红外传感器检测到障碍物的距离和信号强度 变化。

### 2. 实验步骤:

- (1) 搭建机器人平台并连接传感器模块。
- (2) 配置开发环境和软件工具,确保与机器人的通信正常。
- (3)编写程序代码,初始化传感器模块并设置相应参数。
- (4) 读取传感器数据,并进行数据处理和分析。
- (5) 根据数据分析结果,编程控制机器人的运动行为。
- (6)运行程序,观察机器人的运动表现,调试和优化代码。
- (7)尝试不同的传感器组合和场景,进一步探索机器人传感器的应用。

# **六、**实验操作注意事项

1. 在操作机器人和连接传感器时,确保安全电压和电流范围,避免触电风险。

- 2. 确保实验环境安全,避免机器人碰撞或其他意外情况。
- 3. 遵循实验室规定和操作指南,正确使用和处理实验仪器和设备。。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 时间戳      | 传感器类型  | 传感器数值 | 控制信号 |
|----------|--------|-------|------|
| 09:00:00 | 接近传感器  | 0.3   | 停止   |
| 09:00:05 | 红外线传感器 | 10    | 前进   |
| 09:00:10 | 超声波传感器 | 0.8   | 左转   |
| 09:00:15 | 视觉传感器  | 红色    | 右转   |

#### 2. 结果与分析

第一行数据显示接近传感器的数值为 0.3。这可能表示机器人与某个物体之间的距离较近,但尚未触发停止信号。第二行数据显示红外线传感器的数值为 10。这可能表示机器人检测到了某个物体,并根据预设的阈值判断为前进信号。第三行数据显示超声波传感器的数值为 0.8。这可能表示机器人检测到了某个物体,并根据预设的阈值判断为左转信号。第四行数据显示视觉传感器检测到的颜色为红色。这可能表示机器人通过视觉传感器识别到了红色物体。第五行数据显示接近 传感器的数值为 0.1。这可能表示机器人与某个物体非常接近,达到了停止的阈值。

#### 3. 实验结论

实验表明,不同类型的传感器在功能和性能上各有特点,红外传感器对近距离物体检测较为灵敏, 超声传感器在测距方面具有一定准确性,视觉传感器能提供丰富的环境信息。红外传感器的检测 距离和信号强度受障碍物材质、距离和角度等因素影响,在实际应用中需综合考虑多种因素进行 准确判断。超声传感器的测距结果存在一定误差,但可通过多次测量和算法优化来提高精度。视 觉传感器的图像采集效果受环境光照等条件影响较大,需要合适的图像处理算法来提升其可用性。 传感器融合能显著提升机器人对环境的感知能力和行动决策的准确性,多种传感器相互补充,可 更好地应对复杂场景。

# 实验四 机械手运动控制

一、实验目的

1. 熟悉机械手的基本结构和运动原理。

2. 掌握机械手运动控制的方法和流程。

3. 培养学生对机器人运动控制系统的实际操作和调试能力。

## 二、实验内容

1. 观察机械手的结构组成和运动方式。

- 2. 学习机械手运动控制的编程方法。
- 3. 通过编程实现机械手的特定动作和任务。

## 三、实验仪器

1. 具备运动控制功能的机械手设备。

2. 计算机及相关编程软件。

## **四、**实验基本原理

1. 机械手结构原理: 详细说明机械手通常由多个关节、连杆和执行器组成,通过关节的转动实现不同的位姿变化,执行器用于抓取和操作物体。关节类型包括旋转关节、移动关节等,它们的组合使得机械手具有灵活的运动能力。连杆的长度和连接方式决定了机械手的工作空间和运动范围。

运动控制原理:解释如何通过控制每个关节的运动来实现机械手的整体动作。涉及到位置控制、速度控制和力控制等方面。可以采用开环控制或闭环控制策略,根据实际需求进行选择。

3. 编程控制原理: 讲述通过特定的编程语言或软件来编写控制程序,向机械手发送指令。包括定义关节的运动轨迹、速度、加速度等参数。与机械手的控制系统进行通信,实现精确的运动 控制。

# 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

本实验主要仔细观察机械手的各个关节、连杆和执行器的位置和连接方式。手动操作机械手,感 受其运动的灵活性和自由度。另外还需要做运动控制编程基础实验,需要学生打开编程软件,创 建新的项目。学习基本的编程指令和语法,如关节控制指令、延时指令等。

#### 2. 实验步骤:

- (1) 开启实验设备,包括机械手和与之连接的计算机等。
- (2) 启动编程软件,建立与机械手的通信连接。
- (3) 在编程软件中,进行基本的参数设置,如关节运动范围限制等。
- (4)进行机械手结构熟悉实验,手动操作各关节,观察其运动特性。
- (5)开始运动控制编程基础实验,编写简单的关节控制代码,如让某个关节转动一定角度。
- (6)运行程序,观察机械手的实际运动是否符合预期。
- (7)进行单个关节运动控制实验,依次对每个关节进行单独编程控制,记录运动数据。
- (8) 接着开展多关节协同运动控制实验,编写协同运动程序,观察整体动作效果。
- (9) 设计不同的轨迹,进行轨迹规划实验,通过编程让机械手按轨迹运动。

# 六、实验操作注意事项

1. 安全注意事项: 在操作机械手和相关设备时,确保遵循安全操作规程,避免人身伤害和设备损坏。注意机械手的运动范围和速度,避免与其碰撞或夹捏物体时造成意外。

2. 电源和供电:确保机械手和相关设备的电源连接正确,并符合安全电压和电流规范。

3. 控制程序验证:在实验操作前,验证控制程序的正确性,确保其能够正确地控制机械手的运动。

4. 实验环境:实验操作时,确保实验环境整洁有序,并清除可能干扰机械手运动的障碍物。

5. 传感器使用: 根据实验要求和指导,正确使用传感器,并遵循相关的校准和操作指南。

6. 在操作机械手之前,确保所有的安全装置和急停按钮处于可用状态,并熟悉其位置和操作方式。 需要清晰理解机械手的工作范围和可及区域,避免手部或其他物体进入到机械手的运动路径中。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 时间       | 机械手位置        | 机械手速度 | 机械手力 |
|----------|--------------|-------|------|
| 09:00:00 | (x1, y1, z1) | v1    | F1   |
| 09:05:00 | (x2, y2, z2) | v2    | F2   |
| 09:10:00 | (x3, y3, z3) | v3    | F3   |
| 09:15:00 | (x4, y4, z4) | v4    | F4   |

## 2. 结果与分析

(1) 机械手位置变化分析:观察机械手位置(坐标)列的数值,我们可以分析机械手在不同时间点的位置变化。通过比较不同时间点的坐标值,我们可以确定机械手执行任务时的路径和轨迹。如果机械手的位置变化趋势符合预期,且轨迹平滑且准确,我们可以得出结论认为机械手的位置控制良好。

(2) 机械手速度分析:机械手速度列提供了机械手在不同时间点的速度数值。通过分析速度数据,我们可以评估机械手在执行任务时的运动速度。如果机械手的速度符合预期,且在规定的时间内以适当的速度移动,我们可以认为机械手的速度控制效果良好。

(3)机械手力分析:机械手力列提供了机械手在不同时间点施加的力大小。通过分析力数据, 我们可以评估机械手在执行任务时施加的力是否稳定且符合要求。如果机械手能够准确地施加所 需的力量,并且力的大小在预期范围内,我们可以得出结论认为机械手的力控制表现良好。

## 3. 实验结论

实验结果表明,机械手在执行任务时的路径和轨迹较为准确和平滑。速度数据表明机械手在规定 的时间内以预期的速度进行运动,这表明机械手的速度控制效果较好。力数据表明机械手能够准 确地施加所需的力量,并且力的大小在预期范围内,这表明机械手的力控制表现较好。

# 实验五 全局自适应神经网络控制仿真

# 一、实验目的

1. 理解全局自适应神经网络控制在机器人运动控制中的基本原理和概念。

- 2. 学习如何建立和训练全局自适应神经网络模型,以实现对机器人运动的精确控制。
- 3. 掌握通过仿真实验评估全局自适应神经网络控制性能的方法和技巧。

## 二、实验内容

- 1. 学习全局自适应神经网络控制的基本原理和概念。
- 2. 设计和搭建机器人运动控制仿真模型。
- 3. 建立全局自适应神经网络模型,并进行训练和优化。
- 4. 进行仿真实验,评估全局自适应神经网络控制在机器人运动中的性能。

### 三、实验仪器

1. 个人计算机(PC)或工作站:用于进行仿真环境的搭建、神经网络模型的训练和仿真实验的运行。

2. 相关仿真软件:如 MATLAB、Simulink 等,用于建立仿真模型、进行神经网络训练和实验仿真。

## **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

 全局自适应神经网络控制全局自适应神经网络控制是一种基于神经网络的控制方法,用于实现 对复杂非线性系统的精确控制。该方法通过建立神经网络模型,将系统的输入与输出进行映射, 并通过训练网络参数来逼近系统的动态特性,实现对系统的控制。

2 全局自适应神经网络控制在机器人运动中的应用。全局自适应神经网络控制在机器人运动控制 中具有广泛的应用。通过训练神经网络模型,可以实现对机器人的位置、速度和力等运动状态的 精确控制。全局自适应神经网络控制能够应对机器人运动中的非线性和不确定性,提高控制系统 的鲁棒性和自适应性。

## 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

根据实验要求和机器人类型,设计机器人的动力学模型,包括位置、速度和力等运动状态。构建机器人的控制器模型,包括全局自适应神经网络控制器。

#### 2. 实验步骤:

- (1) 准备仿真环境和软件工具。
- (2) 设计机器人运动控制仿真模型。
- (3) 建立全局自适应神经网络模型。
- (4) 进行神经网络模型的训练和优化。
- (5) 进行仿真实验。
- (6) 分析实验结果。

# **六、**实验操作注意事项

1. 安全性注意事项:在进行仿真实验时,确保操作环境安全,避免发生任何危险或意外情况。注 意使用计算机和仿真软件时的电源和电气安全。

2. 精确性和准确性:在设计机器人运动控制仿真模型时,确保模型的精确性和准确性,以便实验结果具有可靠性。仔细选择合适的机器人类型、运动状态和控制器模型。

3. 参数设置: 在建立全局自适应神经网络模型时, 合理设置神经网络的结构和参数, 以满足实验

要求和控制目标。确保神经网络的初始化和训练参数选择合适,以获得较好的训练结果。

七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 时间(时刻) | 位置  | 速度  | 控制误差 | 时间(时刻) |
|--------|-----|-----|------|--------|
| 0      | 0   | 0   | 0    | 0      |
| 0.1    | 0.5 | 1.2 | 0.3  | 0.1    |
| 0.2    | 1.2 | 1.8 | 0.1  | 0.2    |
| 0.3    | 1.8 | 1.5 | -0.2 | 0.3    |

## 2. 结果与分析

(1)运动轨迹:从实验数据中的位置列可以观察到机器人在不同时间时刻的位置变化。例如, 在时间 0 时刻,机器人的位置为 0;随着时间的增加,机器人的位置逐渐增加,达到 2.1。

(2)速度变化:通过实验数据中的速度列,可以观察到机器人在不同时间时刻的速度变化情况。
例如,在时间 0.1 时刻,机器人的速度为 1.2;随着时间的增加,机器人的速度在一定范围内波动。
(3)控制误差:控制误差是衡量机器人运动控制性能的重要指标。通过实验数据中的控制误差列,可以观察到机器人运动过程中实际输出与期望输出之间的差异。例如,在时间 0 时刻,控制误差为 0;随着时间的增加,控制误差出现一定的波动,包括正值和负值。

### 3. 实验结论

通过分析实验数据,全局自适应神经网络控制在机器人运动控制方面表现出良好的效果。通过对 机器人的位置、速度和控制误差的监测,我们可以看到机器人在仿真实验中的运动轨迹相对平滑, 并且控制误差在一定范围内波动。这表明全局自适应神经网络控制器能够对机器人的运动进行有 效的控制和调整。这个实验结果表明全局自适应神经网络控制方法在机器人运动控制方面具有潜 力和应用前景。该控制方法利用神经网络的自适应性和学习能力,能够适应不同的运动任务和环 境变化,并实现较好的运动控制性能。

# 实验六 基于神经网络的自适应仿真

# 一、实验目的

1. 了解神经网络在机器人运动控制中的应用;

- 2. 熟悉自适应控制的概念和原理;
- 3. 学习如何设计和实施基于神经网络的自适应控制器;
- 4. 通过仿真实验验证和评估控制器的性能。。

# 二、实验内容

- 1. 建立机器人运动控制仿真模型;
- 2. 设计全局自适应神经网络控制器;
- 3. 分析实验结果并评估控制器性能。

# 三、实验仪器

1. 计算机: 用于运行仿真软件和进行数据分析;

2. 仿真软件:提供机器人运动仿真环境和控制器设计工具。

## **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

1. 神经网络在机器人运动控制中的应用:神经网络是一种模仿人脑神经元网络结构和工作方式的 计算模型,具有学习和适应能力。在机器人运动控制中,神经网络可以用于建立运动模型、实现 运动规划和控制器设计。

 自适应控制的概念和原理:自适应控制是一种根据实时反馈信息自动调整控制器参数的控制方法,以适应系统动态变化和不确定性。自适应控制器通过学习和适应能力,能够根据系统的输入 和输出数据进行参数调整,以实现更准确的控制。

3. 全局自适应神经网络控制器设计: 全局自适应神经网络控制器由输入层、隐藏层和输出层组成, 其中隐藏层用于提取系统状态特征。控制器的参数通过反向传播算法进行训练,以最小化实际输 出与期望输出之间的误差。控制器具有自适应性,能够根据实时的输入和输出数据进行参数调整, 以适应系统变化和误差最小化。

4. 仿真实验参数设置和结果评估: 仿真实验参数包括仿真时间段、机器人初始状态、控制器初始 参数等。通过运行仿真实验并记录实验数据,可以评估控制器的性能,包括运动轨迹、速度和控 制误差等指标。

# 五、实验方法与步骤

#### 1. 实验方法:

在实验过程中,学生将通过仿真实验来验证和评估全局自适应神经网络控制器的性能,并根据实验结果进行控制器的改进和优化。

#### 2. 实验步骤:

(1)建立机器人运动控制仿真模型:根据实验需求和仿真软件的功能,建立机器人的运动控制 仿真模型。确定机器人的运动自由度、传感器信息和执行器控制方式等参数。

(2)设计全局自适应神经网络控制器:根据机器人的运动控制需求,设计全局自适应神经网络 控制器的结构。确定神经网络的输入层、隐藏层和输出层的节点数。选择激活函数和误差函数, 并确定网络的训练算法。

(3)设置仿真实验参数:设置仿真实验的时间段,确定仿真的时间步长。设置机器人的初始状态,包括位置、速度和控制误差等。设置控制器的初始参数,用于仿真实验的初始运行。

(4)运行仿真实验并记录数据:使用所选的仿真软件,运行仿真实验,并记录机器人的运动数

据。记录实验过程中的时间、位置、速度和控制误差等关键数据。

(5)分析实验结果并评估控制器性能:对实验记录的数据进行分析,绘制机器人的运动轨迹、 速度和控制误差等曲线图。评估控制器的性能,比较实际输出与期望输出之间的误差,并分析误 差的变化趋势。根据实验结果,对控制器的设计和参数进行调整和改进。

# <u>六、实验操作注意事项</u>

1. 参数设置:在设置仿真实验参数时,确保参数的合理性和准确性。确认机器人的初始状态和控制器的初始参数设置正确,并与实验要求相符。

2. 数据记录:在进行仿真实验时,准确记录实验过程中的关键数据,包括时间、位置、速度和控制误差等。确保数据记录的准确性和完整性,以便后续的数据分析和结果评估。

3. 实验结果评估:在分析实验结果和评估控制器性能时,注意综合考虑多个指标和数据,以得出 准确的结论。进行结果评估时,与预期的目标进行对比,并考虑实验误差和不确定性的影响。

4. 参数调整和改进:根据实验结果和评估,对控制器的设计和参数进行调整和改进。注意记录和 比较不同参数设置下的实验结果,以便对比和分析控制器性能的变化。

## 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 时间 (秒) | 位置 (米) | 速度 (米/秒) | 控制误差  | 时间 (秒) |
|--------|--------|----------|-------|--------|
| 0      | 0      | 0        | 0     | 0      |
| 1      | 0.5    | 0.2      | 0.1   | 1      |
| 2      | 1.0    | 0.3      | 0.05  | 2      |
| 3      | 1.5    | 0.4      | -0.02 | 3      |

### 2. 结果与分析

以下是对实验数据的简要结果分析:

位置和速度变化:根据时间的增加,机器人的位置和速度逐渐增加。这表明机器人在仿真实验中 按照设计的控制策略进行了运动,并且其位置和速度随时间的推移而逐渐增加。

控制误差变化:在实验数据中,控制误差的数值在不同时间点上有所变化。正值表示实际位置超 过期望位置,而负值表示实际位置低于期望位置。根据数据,控制误差在不同时间段内波动,有 时增加,有时减少。这可能表明控制器在不同阶段对机器人的位置进行调整,以减小控制误差并 接近期望位置。

控制器性能评估:通过比较实际位置与期望位置之间的控制误差,可以对控制器的性能进行评估。 较小的控制误差表示控制器能够更好地控制机器人的位置。因此,在进一步分析和评估之前,我 们需要考虑控制误差的目标值和允许误差的范围。

#### 3. 实验结论

通过实验,得出以下结论:全局自适应神经网络控制器在仿真机器人运动控制方面显示出良好的性能。它能够实现机器人的位置和速度控制,并使控制误差保持在可接受的范围内。然而为了更全面地评估控制器的性能和准确性,需要进一步的实验和分析。

# 实验七 基于牛顿欧拉模型的自适应学习

# 一、实验目的

- 1. 理解牛顿欧拉模型在机器人运动学和动力学建模中的作用;
- 2. 学习自适应学习方法在机器人运动控制中的应用;
- 3. 验证自适应学习方法对机器人运动控制性能的改进效果

# 二、实验内容

- 1. 熟悉机器人运动学和动力学的基本概念;
- 2. 构建基于牛顿欧拉模型的机器人运动学和动力学模型;
- 3. 设计自适应学习控制算法,实现机器人的运动控制;
- 4. 进行仿真实验,分析和评估自适应学习方法对机器人运动控制性能的影响。

### 三、实验仪器

- 1. 个人计算机 (PC) 或笔记本电脑;
- 2. 仿真软件 (例如 MATLAB、Simulink 等);
- 3. 相关的机器人运动学和动力学建模工具和库。

# 四、实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

1. 机器人运动学和动力学。在机器人运动控制中,机器人的运动学和动力学模型是理解和描述机器人运动行为的基础。运动学研究描述了机器人的位置、速度和加速度之间的关系,而动力学研究则进一步考虑了力和力矩对机器人运动的影响

2. 牛顿欧拉模型。牛顿欧拉模型是一种常用的机器人动力学模型,它基于牛顿定律和欧拉方程。 该模型可以描述机器人关节的运动和力矩之间的关系,以便实现对机器人的运动控制。

3 自适应学习方法。自适应学习方法是一种能够根据实时反馈信息对控制器进行调整和优化的方法。在机器人运动控制中,自适应学习方法可以通过实时学习和调整控制器参数,使控制器能够更好地适应机器人的动态特性和环境变化。

## 五、实验方法与步骤

## 1. 实验方法:

通过构建机器人运动学和动力学模型,选择适当的自适应学习方法和参数更新规则,设计机器人 运动控制的自适应学习算法。

## 2. 实验步骤:

(1)研究机器人的运动学和动力学模型,理解牛顿欧拉模型的基本原理和方程。

(2) 设计自适应学习控制算法,包括选择适当的学习策略和参数更新规则。

(3)利用仿真软件构建机器人模型,并实现运动学和动力学模型的仿真。

(4)进行仿真实验,包括设定目标轨迹、实施自适应学习控制-步骤 5:收集实验数据,记录机器人的位置、速度和控制误差等关键指标。

(5)分析实验数据,评估自适应学习方法对机器人运动控制性能的影响,比较其与传统控制方法的差异。

(6)总结实验结果,讨论自适应学习方法的优势和局限性,并提出改进和进一步研究的建议

## 六、实验操作注意事项

1. 安全装备:根据实验环境的特点和要求,佩戴适当的安全装备,例如实验手套、护目镜、实验 室大衣等。确保自己和他人的安全。

2. 实验区域准备:确保实验区域清洁、整齐,并移除可能造成干扰或危险的物品。保持实验区域

的通风良好。

3. 实验设备检查:在开始实验之前,检查实验设备和仪器的工作状态。确保设备完好无损,并根据需要进行校准和调整。

4. 操作规程: 遵循实验的操作规程和步骤。按照指导书或实验指导人员的要求进行操作,并注意操作顺序和方法。

5. 测量和记录: 对实验过程中的关键数据进行准确测量和记录。使用合适的测量工具和仪器,并 遵循正确的测量方法。

6. 控制变量:在实验中,尽量保持除了研究变量之外的其他条件和因素保持一致。只改变一个变量,以便能够准确地观察和分析其对实验结果的影响。

7. 严禁尝试禁止的操作: 遵循实验指导书或实验指导人员的指示, 严禁尝试禁止的操作或进行未 经许可的实验。确保自己和他人的安全。

8. 记录实验结果:在实验过程中,记录重要的实验结果、观察和发现。这些记录将有助于后续的数据分析和结果评估。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 时间 | 位置  | 速度   | 控制误差 |
|----|-----|------|------|
| t1 | 0.2 | 0.1  | 0.02 |
| t2 | 0.4 | 0.2  | 0.05 |
| t3 | 0.6 | 0.15 | 0.03 |
| t4 | 0.8 | 0.18 | 0.04 |

## 2. 结果与分析

实验表明:随着时间的推移,机器人的位置逐渐增加,从 0.2 米增加到 1.0 米。这显示机器人 在实验过程中沿着某个轴向移动。机器人的速度在不同时间点有所变化,这表明机器人在不同时 间段内的运动速度存在差异。控制误差:控制误差表示期望位置与实际位置之间的差异。在这个 实验中,控制误差在不同时间点处于较小的范围内,较小的控制误差表明控制算法能够精确地将 机器人控制到期望位置附近。

#### 3. 实验结论

通过实验,我们所采用的控制算法能够精确地将机器人控制到期望位置附近,并且在不同时间点 对机器人的速度进行了适当的调整。这些结果表明所采用的控制策略在实验中取得了良好的效果, 为机器人的定位和运动控制提供了可行的解决方案。

# 实验八 机器人自适应操作技能学习

# 一、实验目的

1. 理解机器人自适应操作的概念和重要性。

2. 掌握机器人自适应操作技能学习的方法和流程。

3. 培养学生对机器人自适应学习过程的观察和分析能力。

4. 通过实践提升学生对机器人控制和编程的实际操作能力。

## 二、实验内容

1. 观察机器人在不同环境和任务下的初始表现。

2. 设计并实施机器人自适应操作技能学习的训练方案。

3. 分析机器人在学习过程中的行为变化和性能提升。

4. 验证机器人通过自适应学习获得的新技能在实际任务中的应用效果。

## 三、实验仪器

1. 具备自适应学习功能的机器人设备。

2. 计算机及相关编程和控制软件。

# **四、**实验基本原理

以下是本节课的实验原理:

1. 自适应控制: 自适应控制是一种控制方法, 通过对系统的模型和参数进行实时调整, 以适应环 境变化和系统动态特性的改变。学员将学习自适应控制的基本原理和常见算法, 了解如何根据系 统的反馈信息进行参数调整和优化。

2. 模型参考自适应控制:模型参考自适应控制是一种自适应控制方法,通过将系统的输出与参考 模型的输出进行比较,实时调整控制器的参数,使系统输出与参考模型输出趋于一致。

3. 自适应反馈控制: 自适应反馈控制是一种自适应控制方法, 通过根据系统的输出和误差信号进 行参数调整, 使系统能够自主调整控制行为, 以适应环境变化和系统动态特性的变化。

4. 数据采集与分析:学员将学习如何采集机器人在不同环境下的运动数据,并使用相关工具和技术对数据进行分析,以评估机器人的自适应能力和控制性能。

5. 控制参数调整与优化:学员将学习如何根据实验结果和分析,调整和优化控制参数,以提高机器人的运动控制效果和自适应能力。

## 五、实验方法与步骤

## 1. 实验方法:

让学生搭建一个适合机器人运动控制实验的环境。确保环境稳定且安全,以便进行实验操作。让 机器人执行一组预设动作,记录其在未进行自适应学习之前的表现,如抓取成功率、运动轨迹等。

#### 2. 实验步骤:

(1)环境设置:首先,搭建一个适合机器人运动控制实验的环境。这可能包括一个平台或工作 区,以及所需的传感器和执行器。确保环境稳定且安全,以便进行实验操作。

(2)自适应控制算法学习:学员将学习自适应控制的基本原理和常见算法。这可能包括模型参考自适应控制、自适应反馈控制等。通过理论学习和实例分析,学员将了解不同算法的原理和适用场景。

(3)实验数据采集:学员将进行实验数据的采集。使用适当的传感器和测量工具,记录机器人在不同环境和条件下的位置、速度、力等相关数据。确保数据采集的准确性和一致性。

(4)数据分析与评估:学员将对采集到的实验数据进行分析和评估。使用适当的数据处理和统计方法,对机器人的自适应能力和控制性能进行量化评估。这将帮助学员了解机器人在不同环境

下的表现和改进方向。

(5) 控制参数调整与优化:基于数据分析的结果,学员将尝试调整和优化控制参数。根据 实验结果和反馈信息,对自适应控制算法进行参数调整,以提高机器人的运动控制效果和自适应 能力。

(6)实验结果总结与报告:最后,学员将总结实验结果并撰写实验报告。报告应包括数据分析的结果、结论以及对未来改进的建议。通过报告撰写,学员将能够更好地理解实验过程和实验结果,并提供对机器人自适应操作技能学习的综合评估。

## 六、实验操作注意事项

1. 安全操作:确保实验环境的安全性,遵守相关安全规定和操作流程。使用机器人和相关设备时, 注意避免潜在的危险,如碰撞、电击等。在实验中使用锐利工具或移动部件时,要小心操作,避 免伤害。

2. 设备检查:在实验开始之前,检查实验所需的设备、传感器、执行器等,确保其正常工作。检 查电源、电缆、连接器等,确保没有损坏或松动的部分。

3. 参数设置:根据实验要求和所选的自适应控制算法,设置合适的参数值。注意根据实验条件和 机器人平台的特性进行参数调整,以获得最佳的控制效果。

4. 数据采集:在进行数据采集过程中,确保传感器的准确性和稳定性。根据实验需求选择适当的 采样频率和时间间隔,以获得充分的数据量。注意记录实验条件、环境变化和其他相关因素,以 便后续分析和对比。

# 七、数据记录、处理与分析

1. 实验数据记录:

| 时间 | 位置 (mm) | 速度 (m/s) | 力 (N) |
|----|---------|----------|-------|
| t1 | 100     | 0.5      | 10    |
| t2 | 120     | 1.2      | 15    |
| t3 | 140     | 1.8      | 20    |
| t4 | 160     | 2.0      | 18    |

#### 2. 结果与分析

(1)位置变化分析:观察位置列的数值,可以看到随着时间的增加,机器人的位置逐渐增加。 这表明机器人在实验过程中发生了运动,并且在每个时间点上移动了一定距离。

(2)速度变化分析:观察速度列的数值,可以看到机器人的速度在不同时间点上具有不同的数值。随着时间的增加,速度有所增加或减小。这反映了机器人在实验过程中的加速或减速情况。
 (3)力变化分析:观察力列的数值,可以看到机器人在不同时间点上受到的力有所变化。力的数值可能随着时间的增加而增加或减小。这反映了机器人在实验过程中所受到的外部力的影响。

#### 3. 实验结论

根据实验数据的分析和观察,我们得出以下实验结论:机器人在实验过程中成功实现了自适应操作技能学习。通过自适应控制算法的学习和参数调整,机器人能够根据环境变化和外部力的影响,自主调整自身的运动控制策略。实验结果表明,机器人在不同时间点的位置、速度和受力表现出了适应性和稳定性,这证明了机器人自适应操作技能的有效性和可行性。这为进一步研究和应用机器人在复杂环境中的自主操作提供了重要的基础和启示。