

基础实训项目任务书

目录

课程名称：《机械 CAD/CAM》	2
课程名称：《低压电器的安装与维修》	52
课程名称：《电机与电气控制》	62
课程名称：《单片机应用技术》	70
课程名称：《传感器安装与调试》	102
课程名称：《UG NX 10.0 机械三维设计项目教程》	143
课程名称：《液压与气压传动》	163
课程名称：《PLC 编程与调试》	173
课程名称：《电子技术》	295
课程名称：《自动化生产线安装与调试》	349

机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《机械 CAD/CAM》

实训项目：

实训 1：垫片草图的绘制

实训 2：手柄草图的绘制

实训 3：转子草图的绘制

实训 4：轮架草图的绘制

实训 5：支架的造型

实训 6：V 带轮的造型

实训 7：齿轮轴的造型

实训 1 垫片草图的绘制

学习目标

- 1、掌握 NX 10.0 零件草图绘制的基本步骤和方法。
- 2、掌握直线、圆弧、圆、轮廓线、矩形、圆角、倒斜角等基本曲线命令的使用；掌握偏置曲线、镜像曲线、阵列曲线等曲线集命令的使用；掌握修剪、延伸等编辑曲线命令。
- 3、通过草图绘制，掌握草图曲线的尺寸驱动和参数化控制功能。
- 4、理解 NX 10.0 草图绘制的尺寸约束和几何约束功能，能够应用约束功能完成零件草图的绘制。
- 5、能够熟练应用草图相关工具完成一般复杂零件草图的绘制。

任务 1 垫片草图的绘制

一、任务要求

绘制垫片草图，如图 1-1 所示。

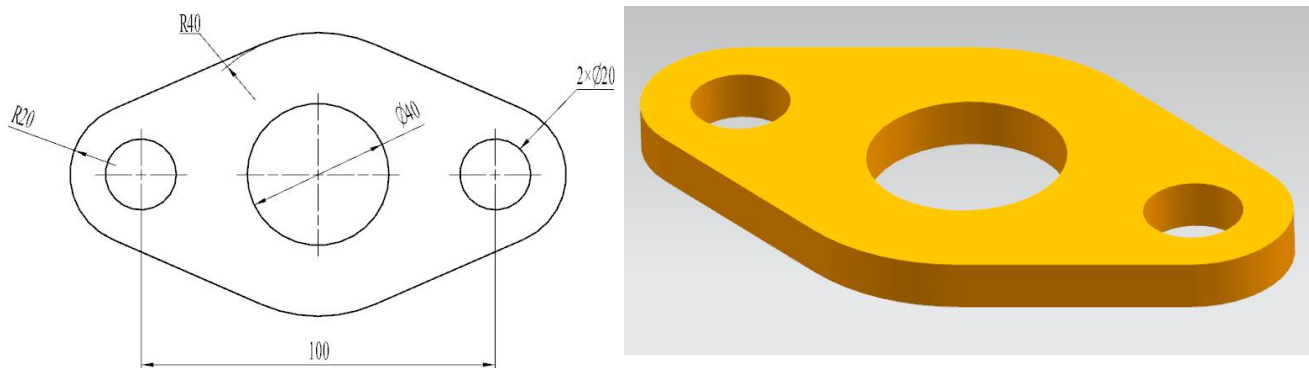


图 1-1 垫片草图


二、任务分析

垫片草图由两个 $\phi 20$ 的圆和一个 $\phi 40$ 的圆以及直线和圆弧相切的外轮廓组成，整个图形左右、上下对称。

三、任务实施

1、新建文件

在 NX 10.0 中新建一个文件的步骤如下：

1) 启动新建命令。在“标准”工具栏中，单击“新建”按钮 ，弹出“新建”对话框，如图 1-2 所示。

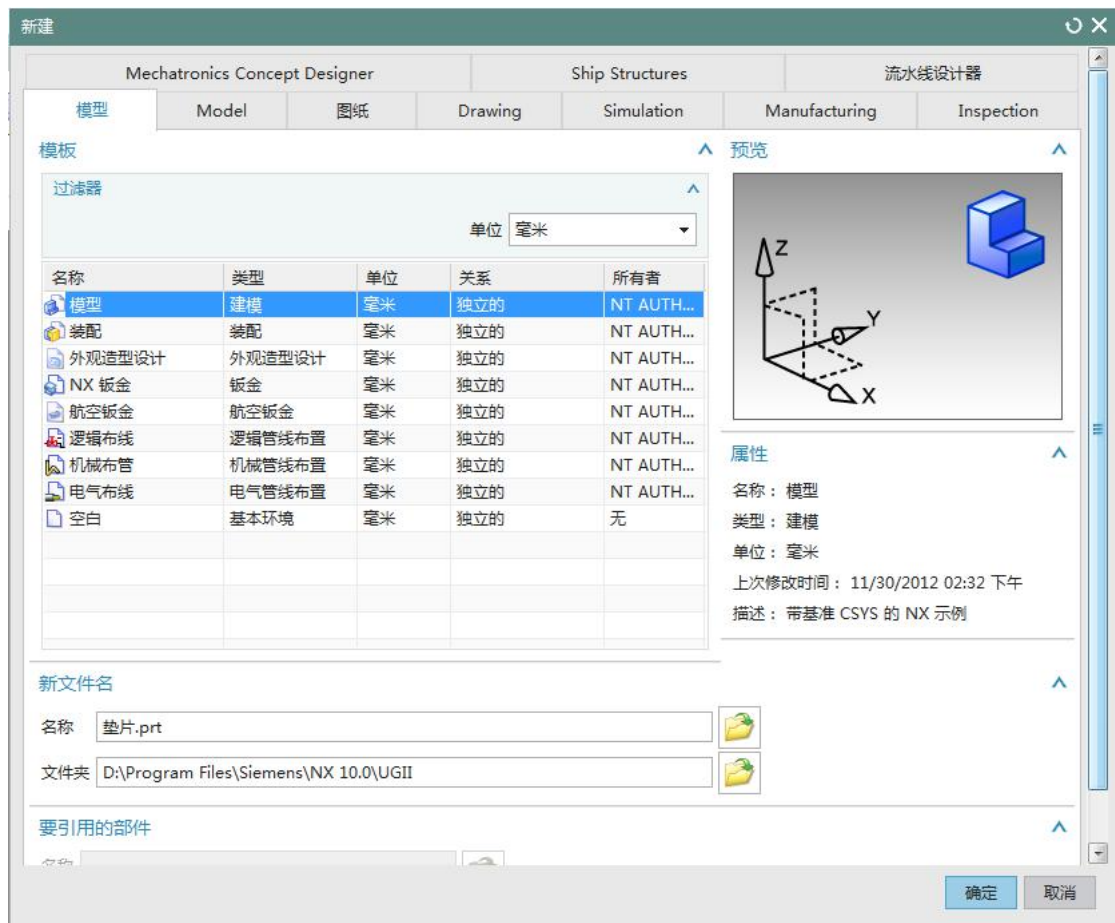



图 1-2 “新建”对话框

- 2) 选择模板。在“模板”组，接受默认的“毫米”单位和“模型”模板。
- 3) 输入文件名。在“新文件名”组，“名称”框中输入“垫片.prt”。
- 4) 确定文件保存路径。在“新文件名”组，单击“文件夹”框后面的“打开”按钮 ，出“选择目录”对话框，然后选择文件保存的位置即可。
- 5) 完成新建。单击“确定”，将关闭“新建”对话框，进入 NX 10.0 建模应用模块。

2、进入草图环境

绘制草图时，必须进入草图环境。作为草图平面的可以是基准坐标系的三个平面、基准平面或实体上的平面，但不能是曲面。进入草图环境的步骤如图 1-3 所示。

- 1) 启动草图命令。在功能区中选择“主页”选项卡，单击“直接草图”组

中的“草图”按钮，弹出“创建草图”对话框。

- 2) 选择草图类型。在“创建草图”对话框的草图类型中选择“在平面上”。
- 3) 选择草图平面。在绘图区中选择基准坐标系中的 XY 平面，如图。
- 4) 进入草图环境。单击“确定”，进入草图环境。

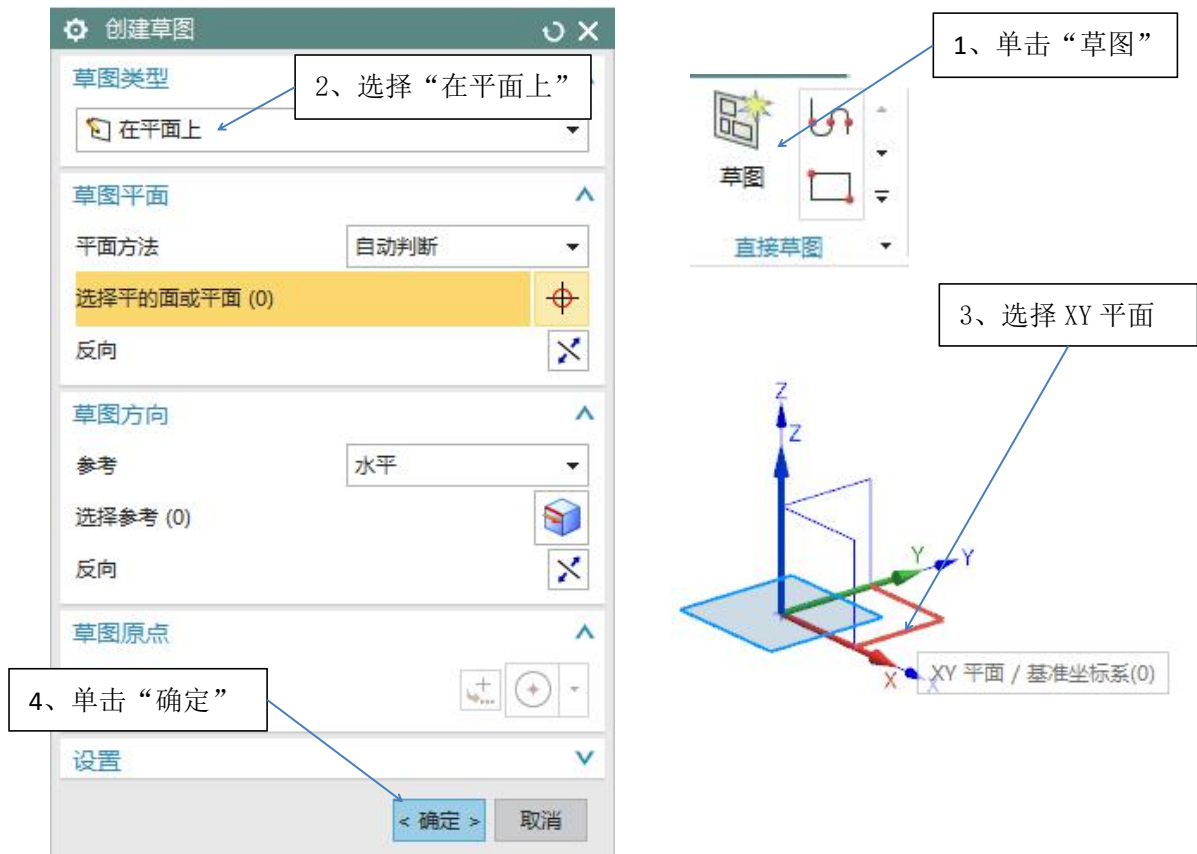



图 1-3 进入草图环境的步骤

5) 定向视图方向。在绘图区单击鼠标右键，弹出快捷菜单，如图 1-4 (a) 所示，选择“定向视图到草图”；或在绘图区中，按住鼠标右键，弹出右键命令，如图 1-4 (b) 所示，将光标移动至“定向视图到草图” 则视图被定向至与 Z 轴垂直的方向上。

6) 关闭自动标注尺寸。在功能区中选择“主页”选项卡，单击“直接草图”组中的“更多”按钮，再单击“连续自动标注尺寸”，将关闭自动标注模式。其步骤如图 1-5 所示。

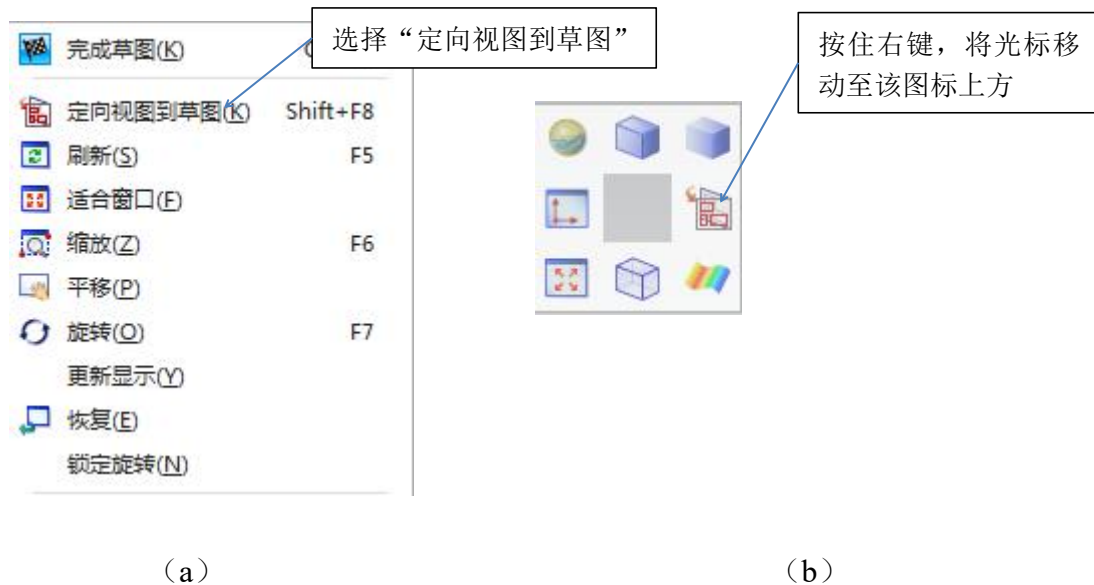



图 1-4 定向视图方向的步骤



图 1-5 关闭连续自动标注尺寸的步骤

3、绘制圆

在绘图区绘制 1 个 $\phi 80$ 的圆和 2 个任意大小的圆，步骤如图 1-6 所示。

1) 启动圆命令。在“直接草图”组中单击“圆”  或在上边框条中选择“菜单” → “插入” → “草图曲线” → “圆”，弹出“圆”对话框。

2) 选择绘制圆的方法。在“圆”对话框的“圆方法”组中，单击“圆心和直

径定圆”。

3) 绘制 $\phi 80$ 圆。拾取基准坐标系的原点，单击确定圆心；移动鼠标以出现圆曲线，在参数框中输入直径值“80”，按回车键完成 $\phi 80$ 圆的绘制，单击鼠标中键退出圆命令。

4) 绘制任意两圆。在 $\phi 80$ 圆左侧任意位置单击确定圆心，移动鼠标出现圆曲线，当参数框显示约为“40”时，再单击鼠标完成圆的绘制。用相同的方法绘制右侧的圆。

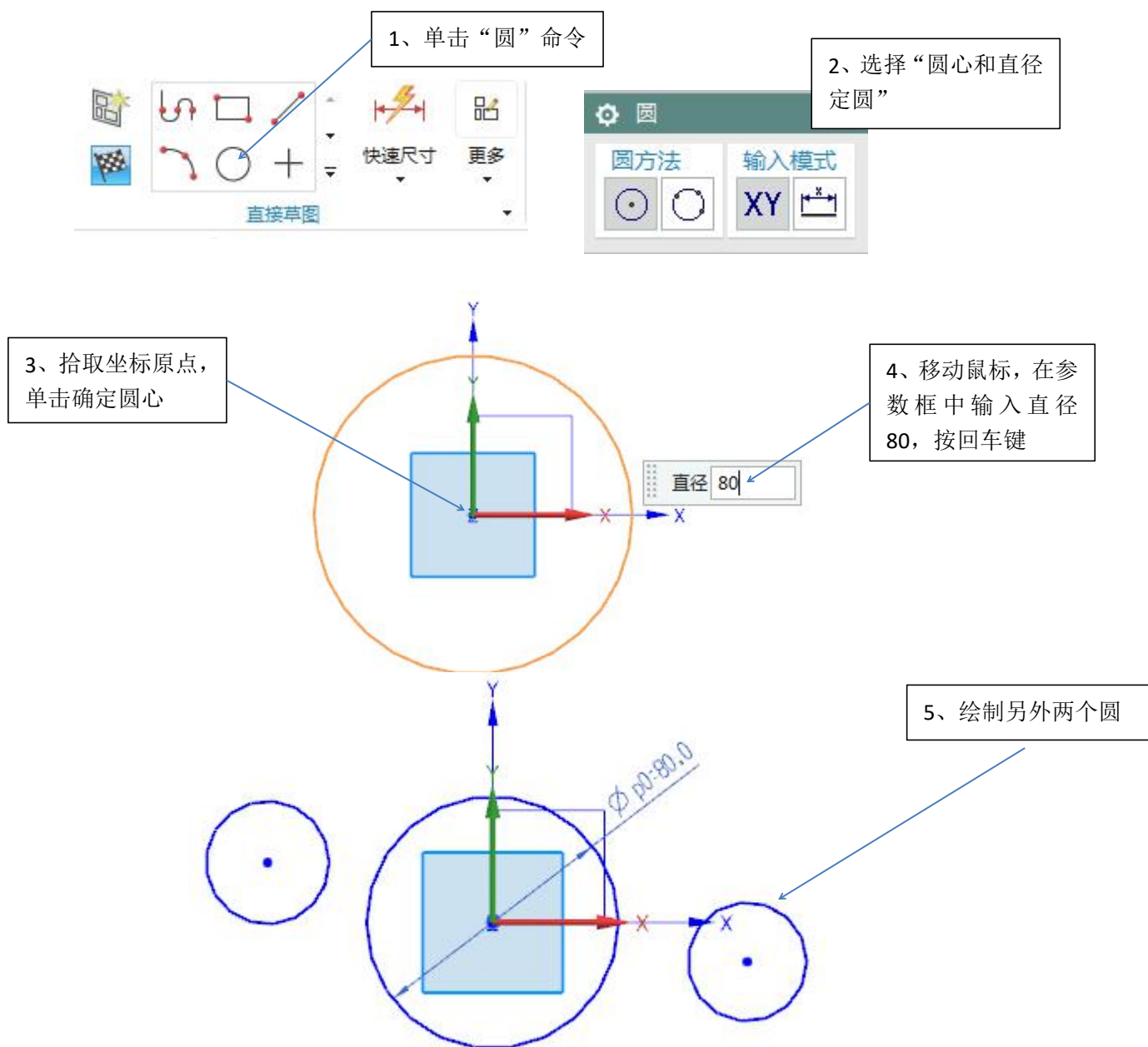





图 1-6 绘制圆的步骤

4、约束圆心在 X 轴上

绘制草图时，可以使用约束命令来精确控制草图对象，约束包括几何约束和尺寸约束。其中，几何约束用于创建草图对象的几何特性（如直线的水平或竖直），以及两个或两个以上几何对象间的相互关系（如两直线平行、垂直，两圆同心、相切、等半径等）。对象之间一旦使用几何约束，则无论如何修改几何图形，其关系始终存在。尺寸约束就是标注草图曲线的尺寸。

将两侧 $\phi 40$ 的圆约束至 X 轴上，步骤如图 1-7 所示。

1) 启动约束命令。在“直接草图”组中单击“更多”  选择“几何约束” ，弹出“几何约束”对话框。

2) 选择约束对象。在“约束”组选择“点在曲线上” ，选择绘图区左侧圆的圆心作为要约束的对象，

3) 选择约束到的对象。在“要约束的几何体”组中选择 X 轴作为要约束到的对象，则左侧圆的圆心被约束到 X 轴上。

4) 用相同的方法约束右侧圆的圆心到 X 轴上。

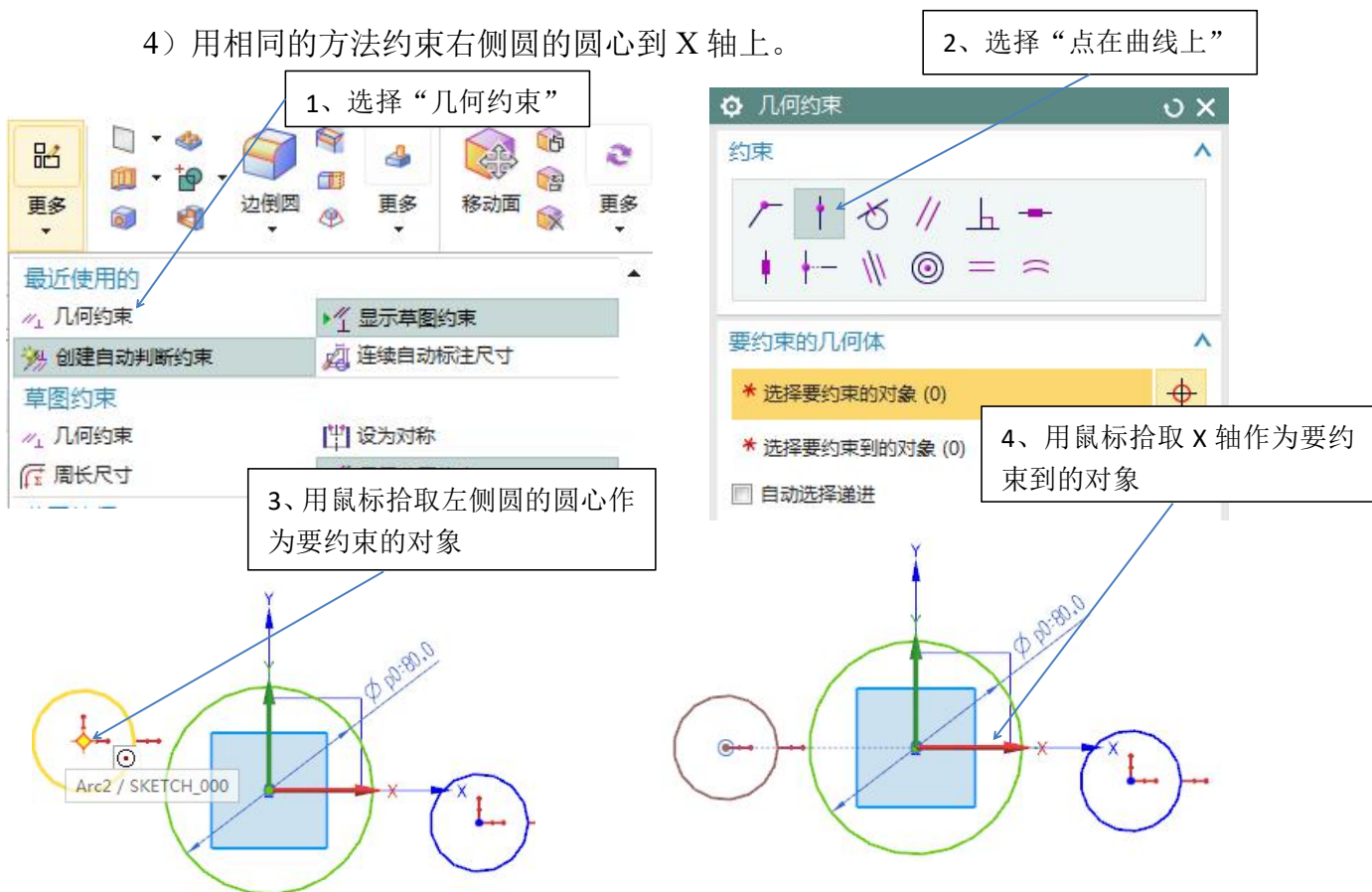



图 1-7 约束圆的步骤

5、约束圆关于 Y 轴对称

垫片草图关于 Y 轴对称，因此需要设置对称约束。具体步骤如图 1-8 所示。

- 1) 启动设为对称命令。在“直接草图”组中单击“更多”，选择“设为对称”，弹出“设为对称”对话框。
- 2) 选择约束对象。在绘图区选择左右两侧的圆，分别作为主对象和次对象。
- 3) 选择对称中心线。在绘图区选择 Y 轴作为对称中心线，则两个圆被设置关于 Y 轴对称。

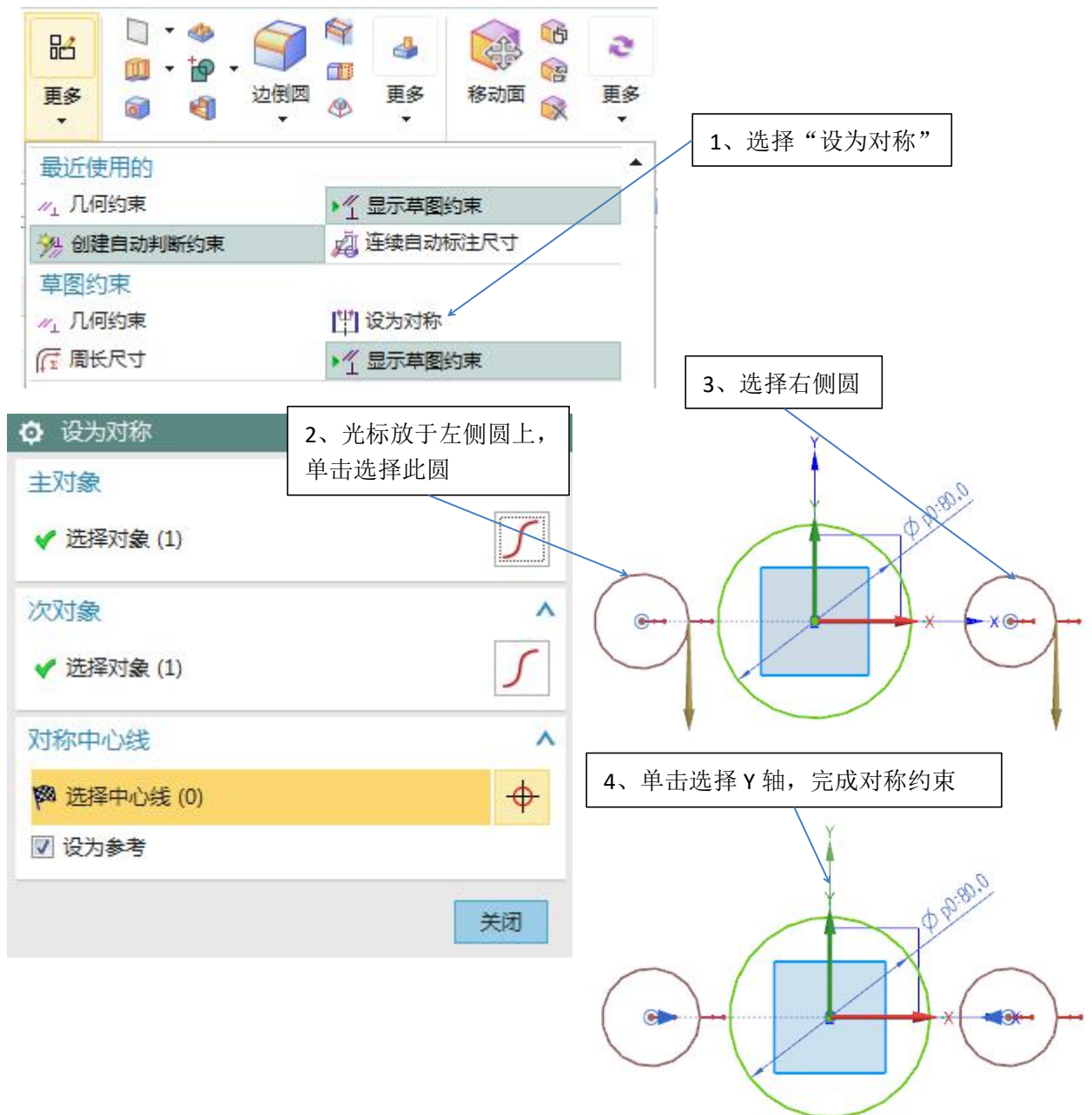







图 1-8 对称约束的步骤

6、绘制直线

绘制两个圆的外公切线，步骤如图 1-9 所示。

1) 启动直线命令。在“直接草图”组中单击“直线”，弹出“直线”对话框。

2) 绘制直线。将光标放置于 $\phi 80$ 圆的的圆弧上，当出现“曲线上的点” 时，单击确定直线的起点；在左侧圆上移动光标，当出现“相切” 和“曲线上的点” 时， 确定直线的终点，完成相切直线的绘制。

按照相同的方法绘制其它相切直线。

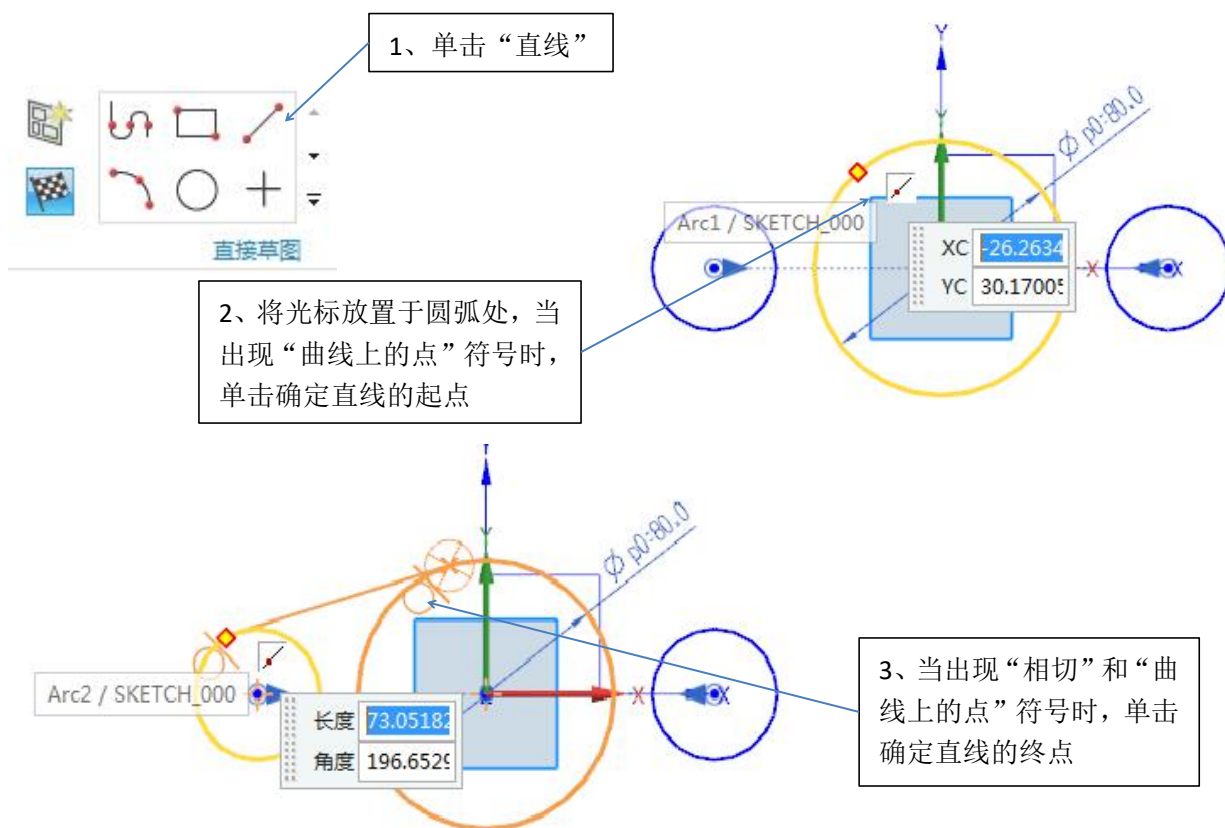



图 1-9 绘制相切直线的步骤

7、修剪曲线

将多余的圆弧曲线进行修剪。使用快速修剪命令，可以将曲线修剪到任一方向上最近的实际交点或虚拟交点。修剪曲线的步骤如图 1-10 所示。

1) 启动修剪命令。在“直接草图”组中单击“快速修剪”，弹出“快速修剪”对话框。

2) 修剪曲线。用鼠标拾取要去除的 4 段圆弧曲线，完成曲线的修剪。或者在

“修剪曲线”对话框中先选择“边界曲线”，然后在绘图区拾取4条外公切线；再选择“要修剪的曲线”，最后在绘图区拾取要去除的4段圆弧曲线。

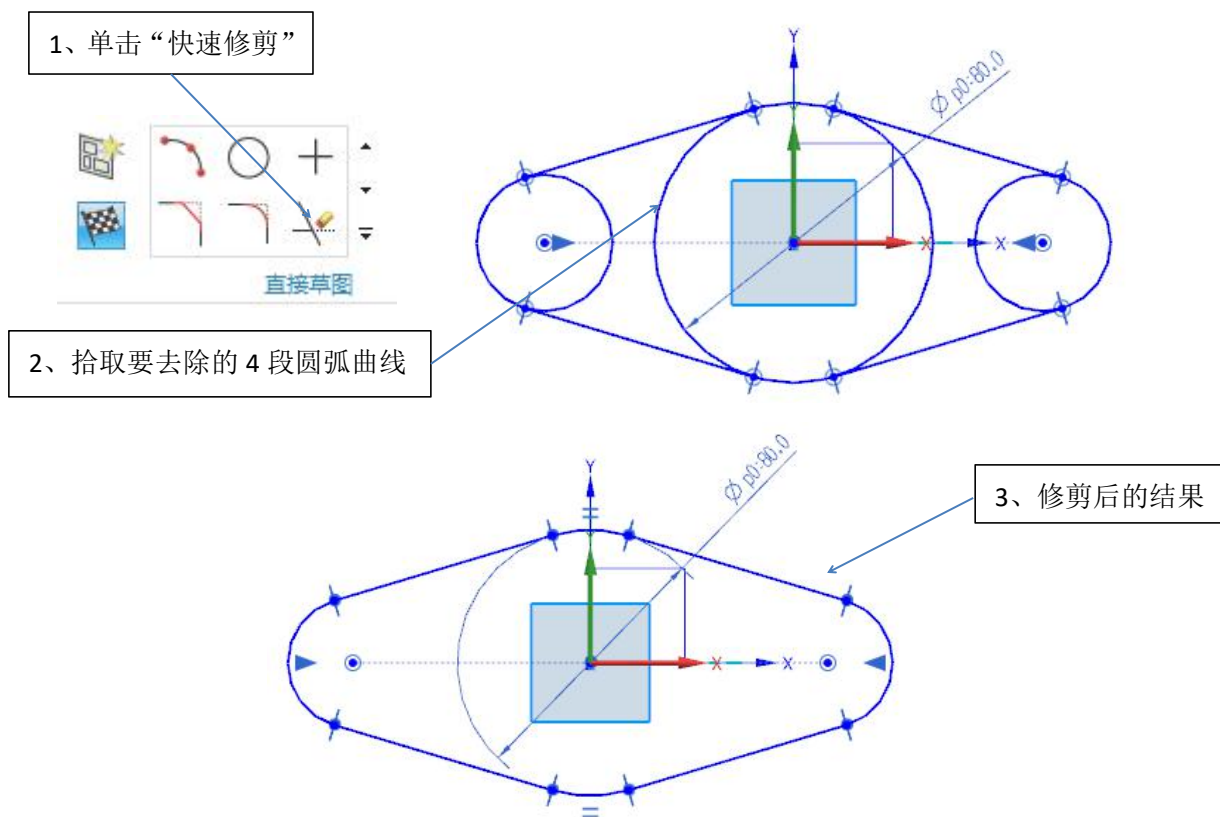




图 1-10 修剪曲线的步骤

8、标注尺寸

通常，完成几何约束后再标注尺寸，进一步控制图形的大小。标注尺寸是对草图施加尺寸约束，也称为尺寸驱动，就是在草图上用尺寸驱动图形，使图形随着尺寸的变化而变化。

1) 标注中心距尺寸。在“直接草图”组中单击“快速尺寸”，或在上边框条中选择“菜单”→“插入”→“草图约束”→“尺寸”→“快速”，弹出“快速尺寸”对话框。在绘图区分别拾取左右两侧圆弧的圆心，单击鼠标放置尺寸，在屏显输入框中输入“100”，按回车键完成尺寸标注，如图 1-11 所示。

2) 标注圆弧半径。在“直接草图”组中单击“快速尺寸”，在绘图区拾取左侧圆弧，单击鼠标放置尺寸，在参数框输入“20”，按回车键完成尺寸标注，如图 1-12 所示。

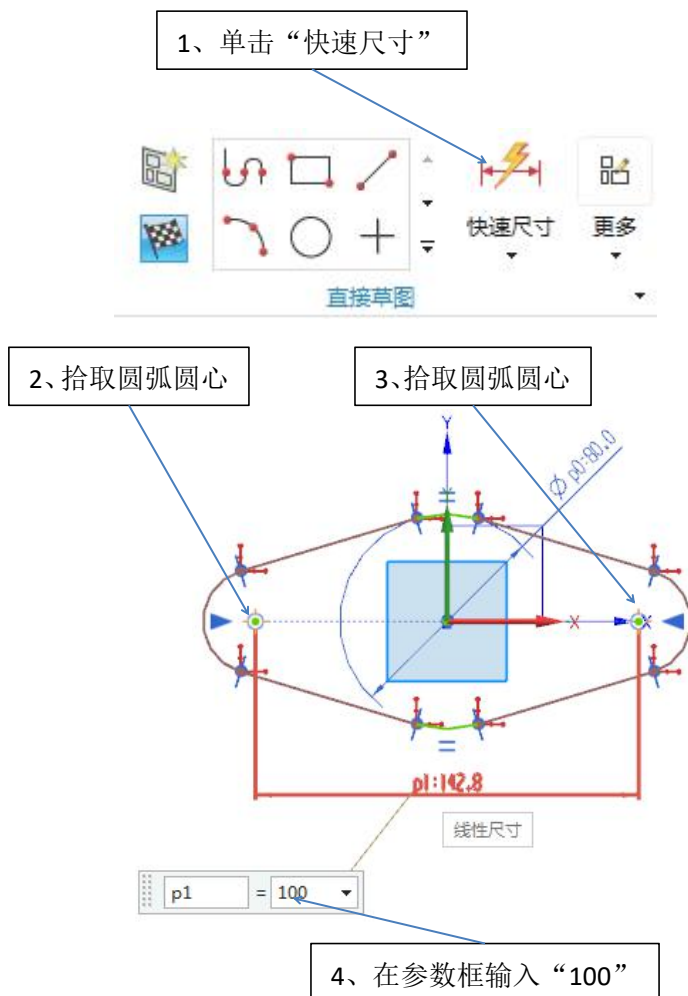


图 1-11 标注中心距尺寸

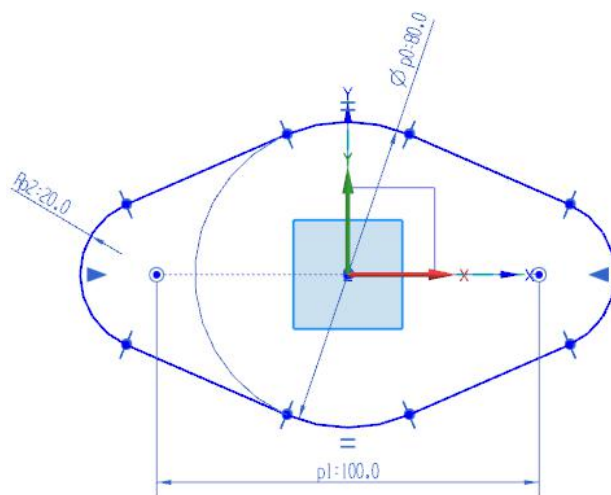




图 1-12 标注圆弧半径尺寸

9、绘制整圆

1) 在 $\phi 80$ 圆弧圆心处绘制圆。在“直接草图”组中单击“圆”，将光标移动至 $\phi 80$ 圆弧的圆心位置，当出现“圆心”时，单击选择圆心；移动鼠标以出现圆曲线，在参数框中输入直径值“40”，按回车键完成 $\phi 40$ 圆的绘制，单击鼠标中键退出圆命令，如图 1-13 所示。

2) 在两侧圆弧的圆心处绘制两个圆。用相同的方法捕捉 $R20$ 圆弧的圆心，绘制直径为“20”的圆，完成两侧整圆的绘制，如图 1-14 所示。

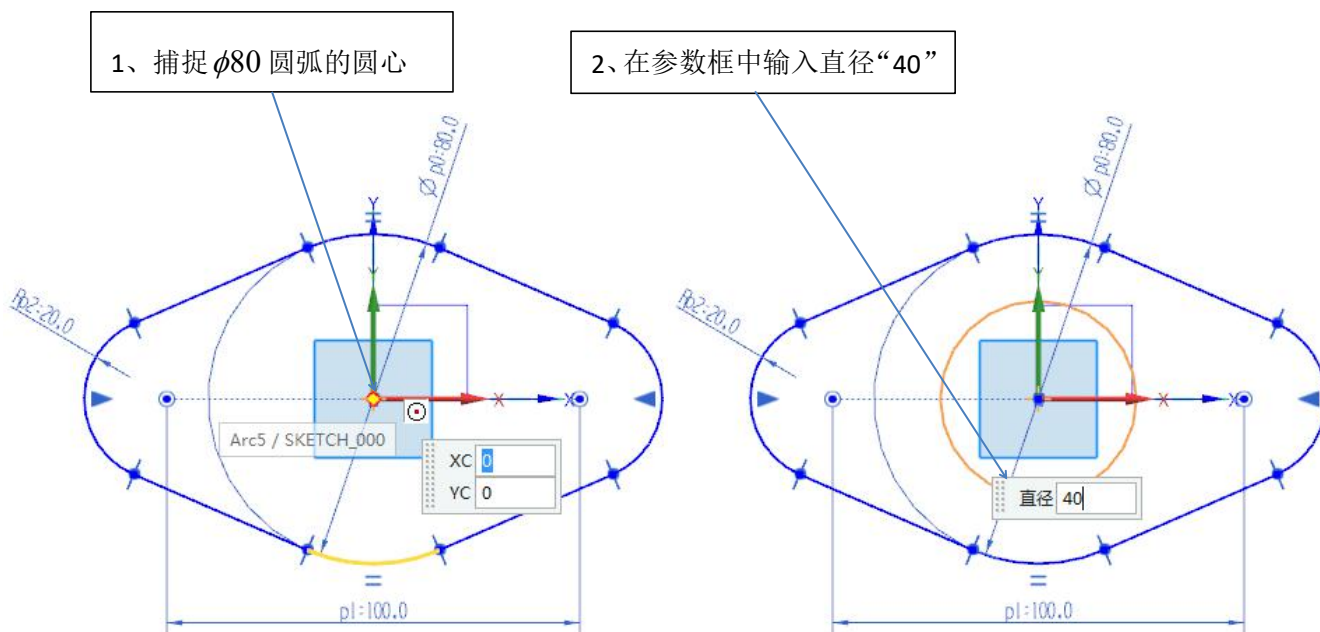


图 1-13 绘制中心整圆

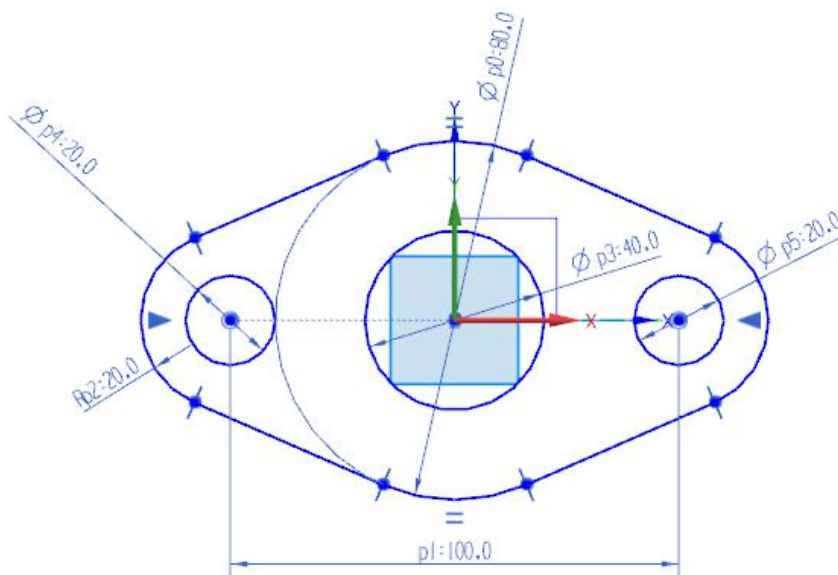




图 1-14 绘制中心整圆

10、退出草图环境

垫片草图绘制完成后，可以退出草图环境。在“直接草图”组中单击“完成草图”，退出草图环境。

11、保存文件

完成草图绘制后，需要保存文件。在快速访问工具条上单击“保存”，或选择“文件”→“保存”，即可保存当前文件。

实训 2 手柄草图的绘制

一、任务要求

绘制手柄草图，如图 2-15 所示。

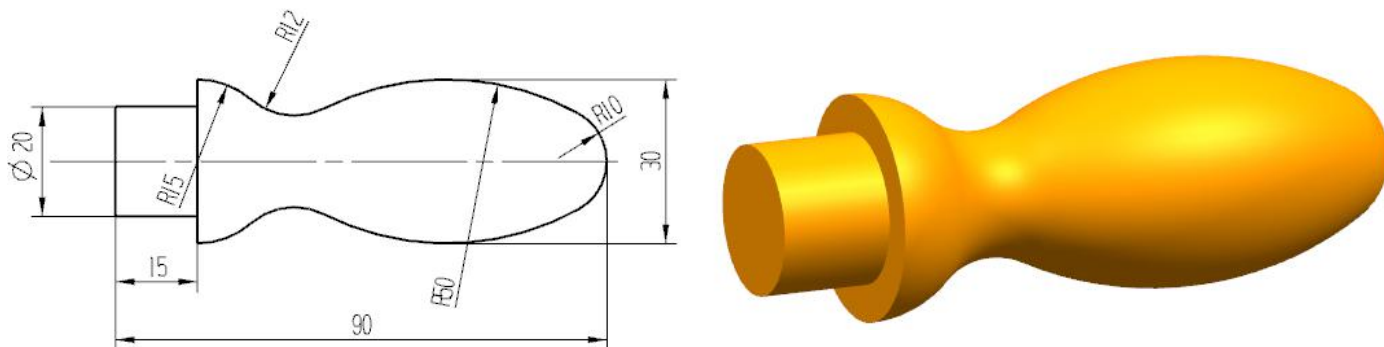


图 2-15 手柄草图

二、任务分析

手柄草图是由水平线、竖直线和圆弧组成的，是一个对称图形。其中 $R15$ 圆弧的圆心在对称中心线和竖直线的交点处； $R10$ 圆弧的圆心在对称中心线上； $R15$ 圆弧与 $R12$ 圆弧相切， $R12$ 圆弧与 $R50$ 圆弧相切， $R50$ 圆弧与 $R10$ 圆弧相切。


注意：本例为对称图形，只需绘制手柄轮廓曲线的一半即可。

三、任务实施

1、新建文件

新建一个 NX 文件，命名为“手柄.prt”。进入 NX 10.0 标准界面后，显示基准坐标系。

2、进入草图环境

6) 启动草图命令。在功能区中选择“主页”选项卡，单击“直接草图”组中的“草图”按钮 。

7) 选择草图类型。在“创建草图”对话框的草图类型中选择“在平面上”。

8) 选择草图平面。在绘图区中选择基准坐标系中的 XY 平面。


9) 进入草图环境。单击“确定”，进入草图环境。

10) 定向视图方向。在绘图区单击鼠标右键，选择“定向视图到草图”，则视图被定向至与 Z 轴垂直的方向上。

6) 关闭自动标注尺寸。在功能区“主页”选项卡单击“直接草图”组中的“更

多”按钮，再单击“连续自动标注尺寸”，确保关闭自动标注模式。

3、绘制轮廓曲线

1) 绘制水平直线。在“直接草图”组中单击“直线”，拾取基准坐标系原点作为直线的起点，移动鼠标将直线水平放置，在参数框中输入长度“100”、角度“0”，按回车键完成水平直线的绘制，再单击鼠标中键退出“直线”命令，具体步骤如图 2-16 所示。

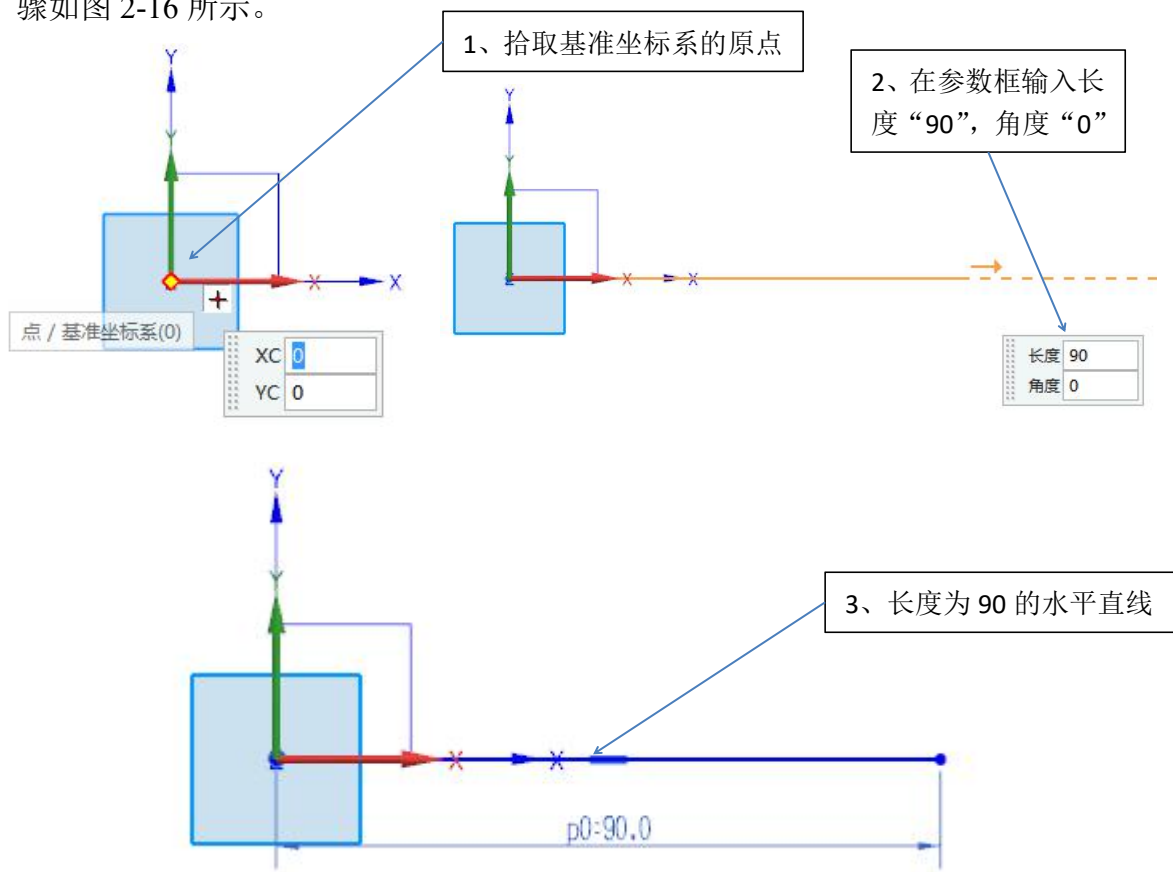




图 2-16 水平直线的绘制

2) 绘制手柄轮廓曲线。

(1) 绘制直线。在“直接草图”组中单击“轮廓” 弹出“轮廓”对话框。在对象类型中选择“直线”，基准坐标系原点作为直线的起点，移动鼠标将直线竖直放置，在参数框输入长度“10”、角度“90”，按回车键完成第一条竖直直线的绘制。然后用同样的方法连续绘制任意长度的水平线和竖直线，具体步骤如图 2-17 所示。

注意：绘制任意长度的直线时，直线的长度可以参考参数框中不断变化的数值，与实际尺寸接近即可。

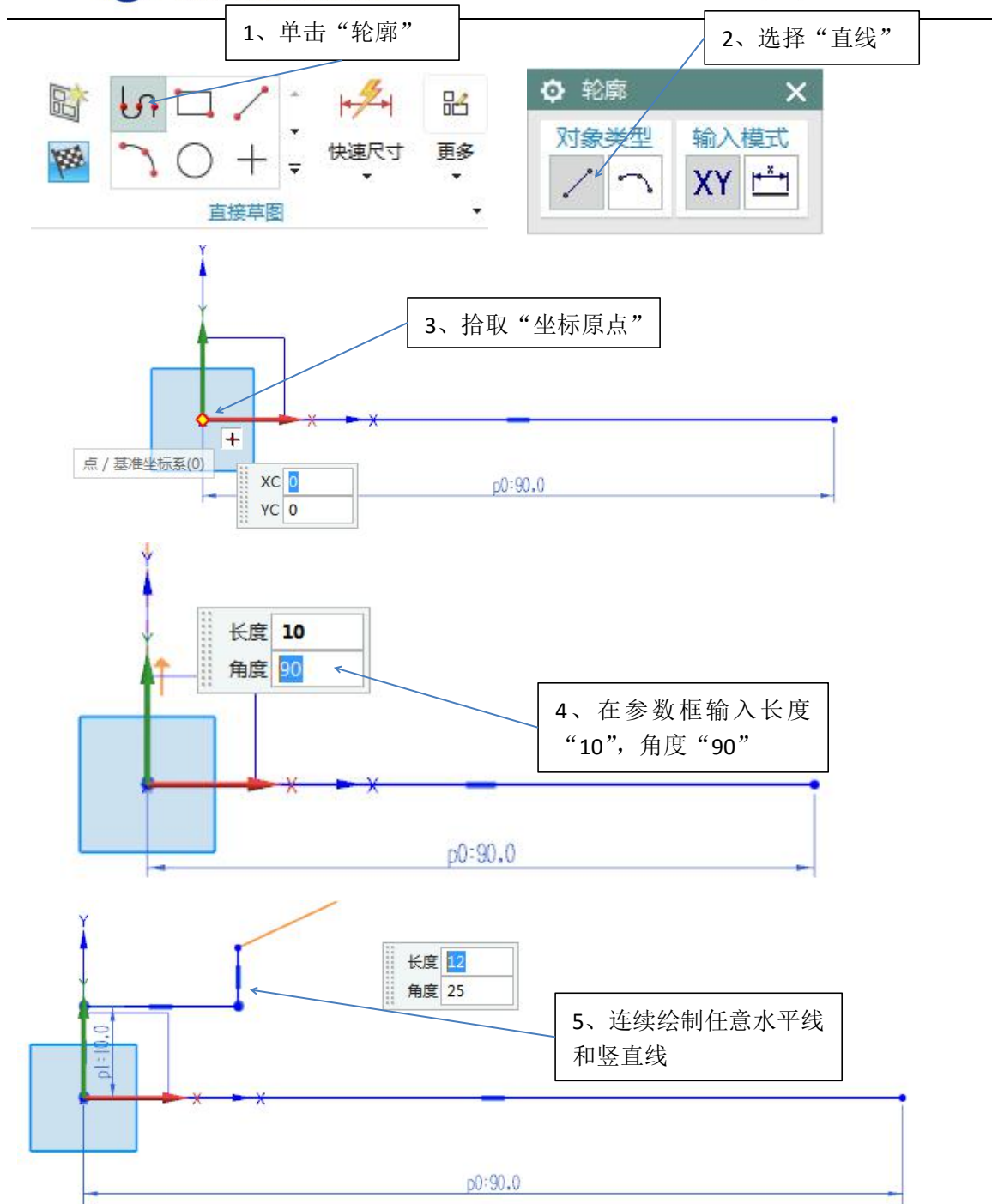



图 2-17 用轮廓线绘制直线

(2) 绘制圆弧。在“轮廓”对话框的对象类型中选择“圆弧”，连续绘制 4 段任意圆弧，最后 1 个圆弧的终点为长度为“90”的水平直线的终点。单击鼠标中键完成圆弧的绘制，再单击一次鼠标中键退出“轮廓”命令。具体步骤如图 2-18 所示。

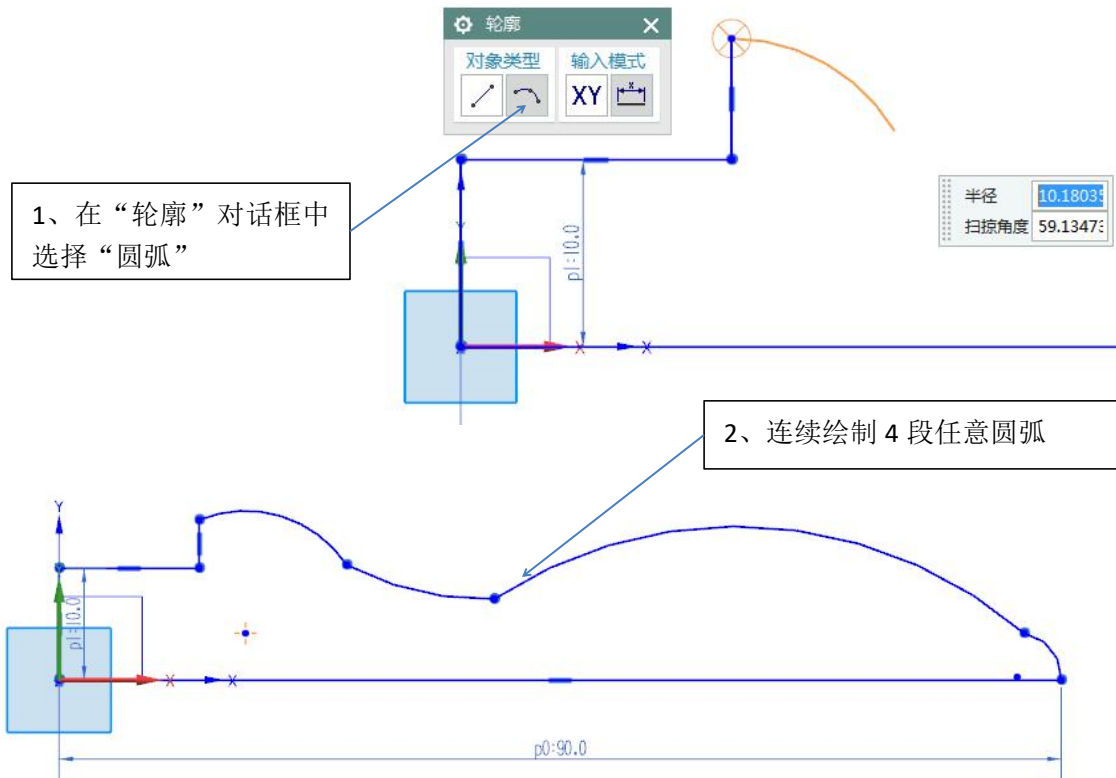



图 2-18 用轮廓线绘制圆弧

3、草图约束

1) 尺寸约束。单击“直接草图”组中的“快速尺寸”，对手柄轮廓曲线进行尺寸约束，如图 2-19 所示。

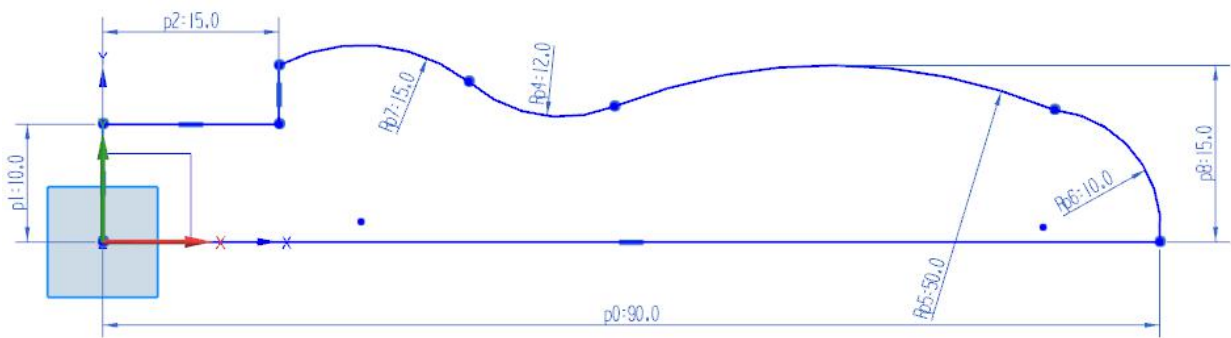





图 2-19 尺寸约束

2) 几何约束。

(1) 约束圆弧圆心。单击“直接草图”组中的“更多”，选择“几何约束”，弹出“几何约束”对话框。在“约束”组选择“点在曲线上”，选择 R15 圆弧的圆心作为要约束的对象，再选择与 R15 圆弧相连的竖直线作为要约束到的对象，则 R15 圆弧的圆心约束到该竖直线上；再使用“几何约束”命令将 R15

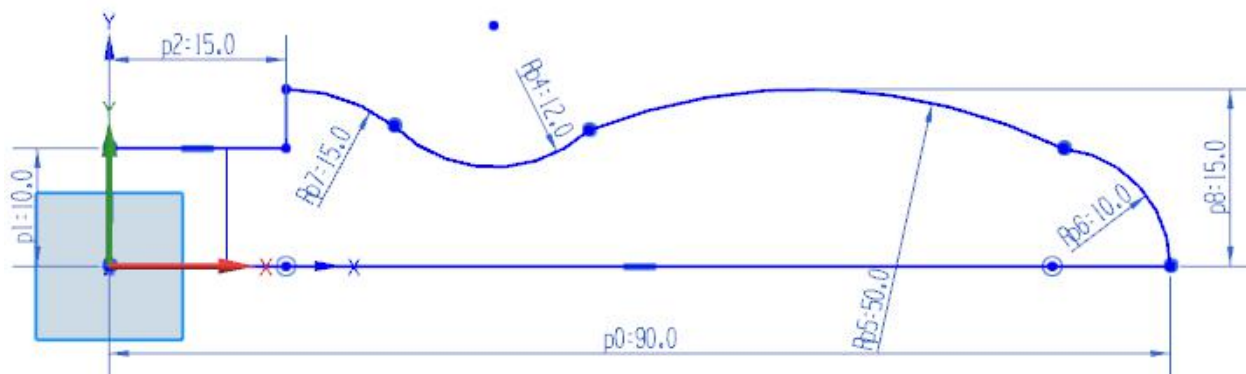





图 2-21 圆弧圆心约束结果

(2) 约束圆弧相切。单击“直接草图”组中的“更多”，选择“几何约束”，弹出“几何约束”对话框。在“约束”组中选择“相切”选择 R15 圆弧作为要约束的对象，选择 R12 圆弧作为要约束到的对象，则 R15 圆弧与 R12 圆弧被约束为相切关系。用相同的方法将 R12 圆弧与 R50 圆弧、R50 圆弧与 R10 圆弧约束为相切关系。约束结果如图 2-22 所示。

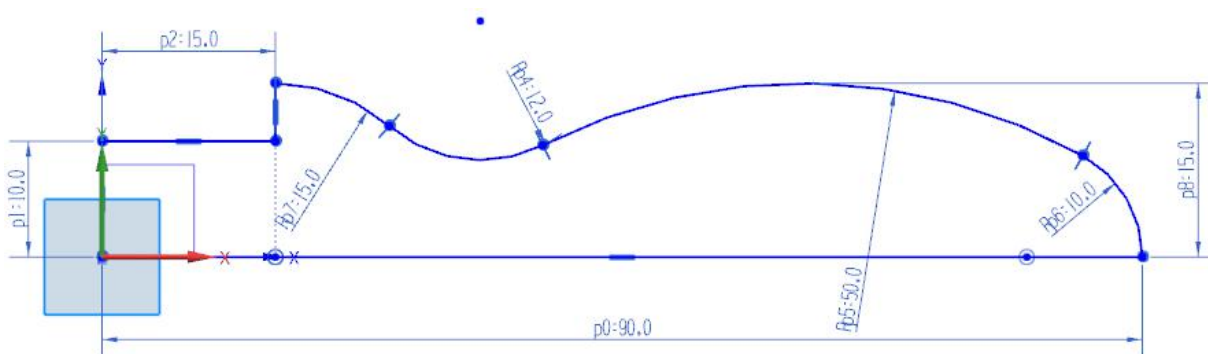




图 2-22 约束圆弧相切结果

4、退出草图环境

垫片草图绘制完成后，可以退出草图环境。在“直接草图”组中单击“完成草图”，退出草图环境。

5、保存文件

完成草图绘制后，需要保存文件。在快速访问工具条上单击“保存”，或选择“文件”→“保存”，即可保存当前文件。

实训 3 转子草图的绘制

一、任务要求

绘制转子草图，如图 2-23 所示。

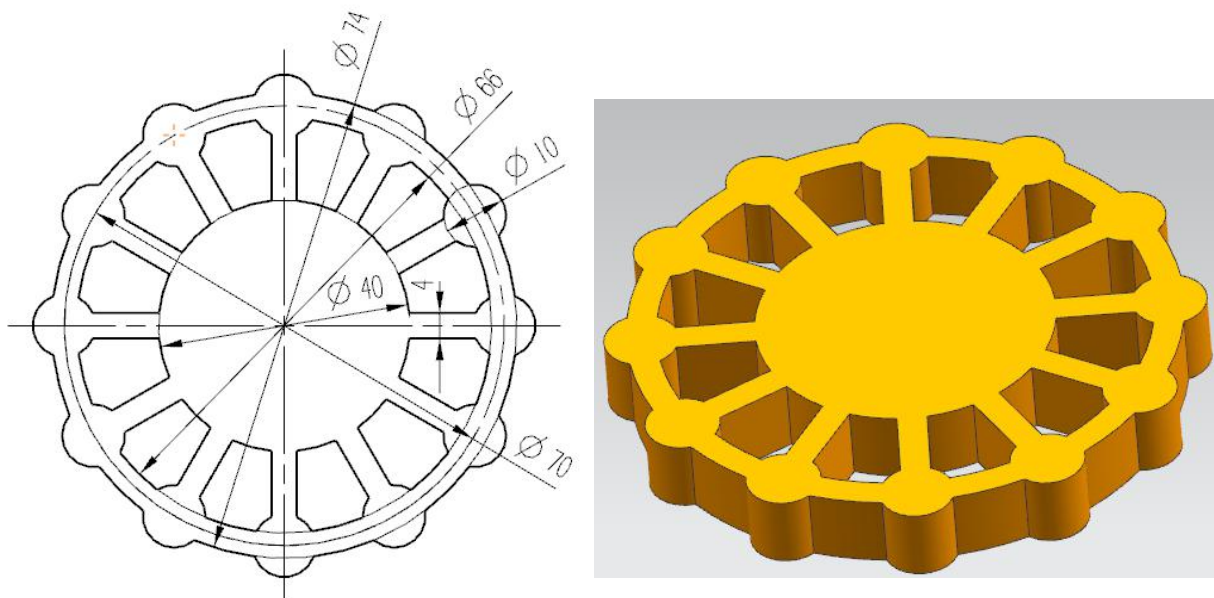


图 2-23 转子草图

三、任务分析

转子草图为中心对称图形。如图 2-24 (a) 所示的曲线在 360° 范围内重复出现了 12 次，而该曲线又以 15° 角度线为对称中心线呈对称特点。所以，本草图可以先绘制如图 2-24 (b) 所示的曲线；然后，使用镜像命令得到 2-24 (a) 所示的草图曲线；最后使用阵列命令完成草图的绘制。

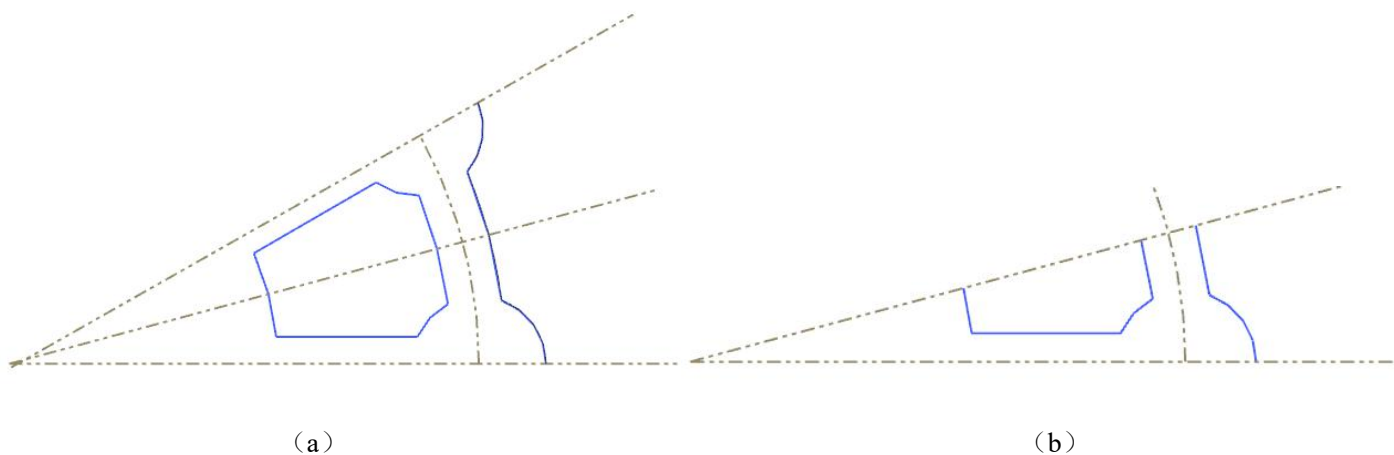



图 2-24 转子草图的绘制思路

三、任务实施

1、新建文件

新建一个 NX 文件，命名为“转子.prt”。进入 NX 10.0 标准界面后，显示基准坐标系。

4、进入草图环境




11) 启动草图命令。在功能区中选择“主页”选项卡，单击“直接草图”组中的“草图”按钮 。



12) 选择草图平面。在绘图区中选择基准坐标系中的 XY 平面。

13) 定向视图方向。在绘图区单击鼠标右键，选择“定向视图到草图”，则视图被定向至与 Z 轴垂直的方向上。

14) 关闭自动标注尺寸。在功能区“主页”选项卡单击“直接草图”组中的“更多”按钮，再单击“连续自动标注尺寸”，确保关闭自动标注模式。

5、绘制参考线

1) 绘制直线和圆。在“直接草图”组中单击“直线” ，以基准坐标系原点为起点绘制两条直线；单击“圆” ，以基准坐标系原点为圆心绘制一个圆；单击“快速尺寸” ，标注尺寸，如图 2-25 (a) 所示。

2) 转换为参考线。在“直接草图”组中单击“更多” ，选择“转换至/自参考对象” ，弹出“转换至/自参考对象”对话框；在绘图区选择直线和圆，单击“确定”，将直线和圆转换为参考线，如图 2-25 (b) 所示。

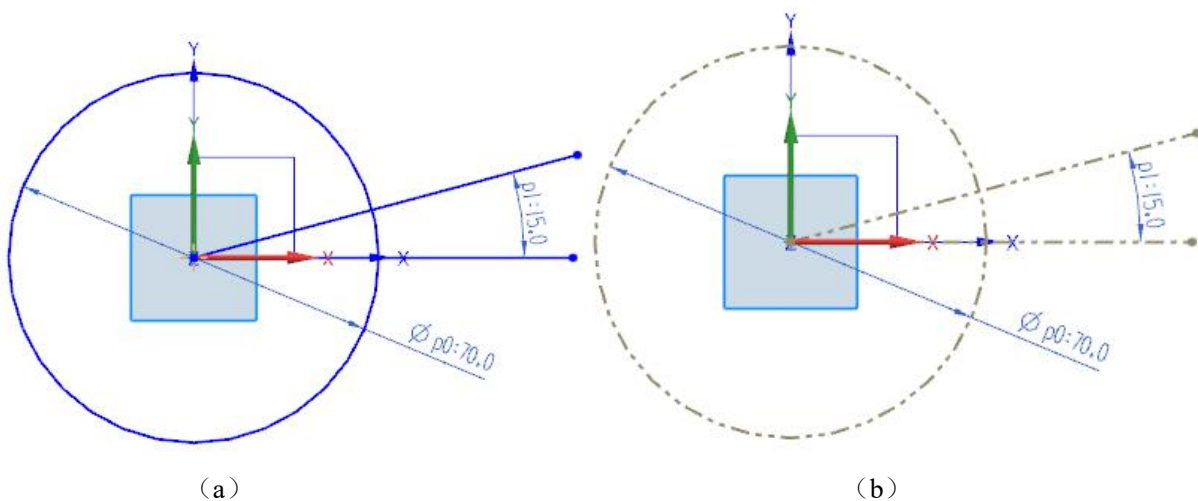







图 2-25 绘制参考线

6、绘制镜像前的曲线

1) 绘制中心圆。在“直接草图”组中单击“圆”，以基准坐标系原点为圆心，分别绘制 $\phi 40$ 、 $\phi 66$ 、 $\phi 74$ 三个中心圆。

2) 绘制 $\phi 10$ 圆。首先在上边框条单击“交点”，然后单击“圆”，在绘图区捕捉水平参考线与参考圆的交点作为 $\phi 10$ 圆的圆心，在参数框中输入直径值“10”，如图 2-26 所示。

3) 绘制直线。在“直接草图”组中单击“直线”，绘制一条水平直线。

4) 修剪曲线。在“直接草图”组中单击“快速修剪”，对直线和圆进行修剪，修剪结果如图 2-27 所示。

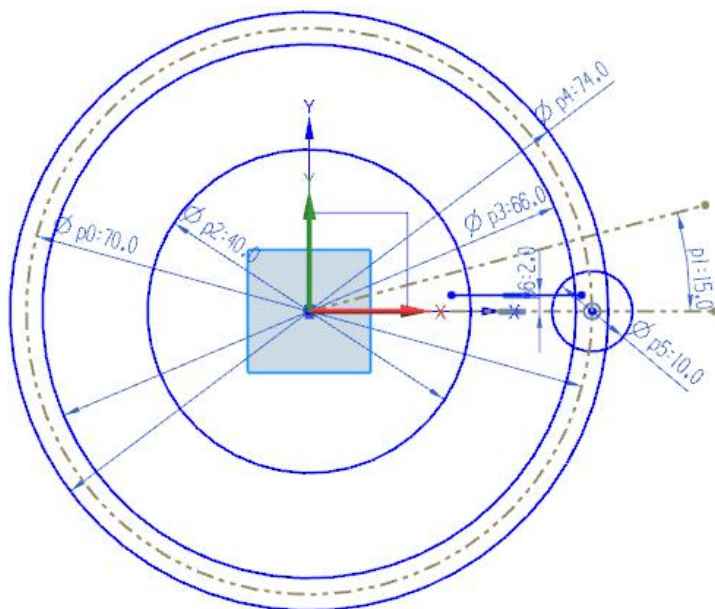


图 2-26 绘制直线和圆

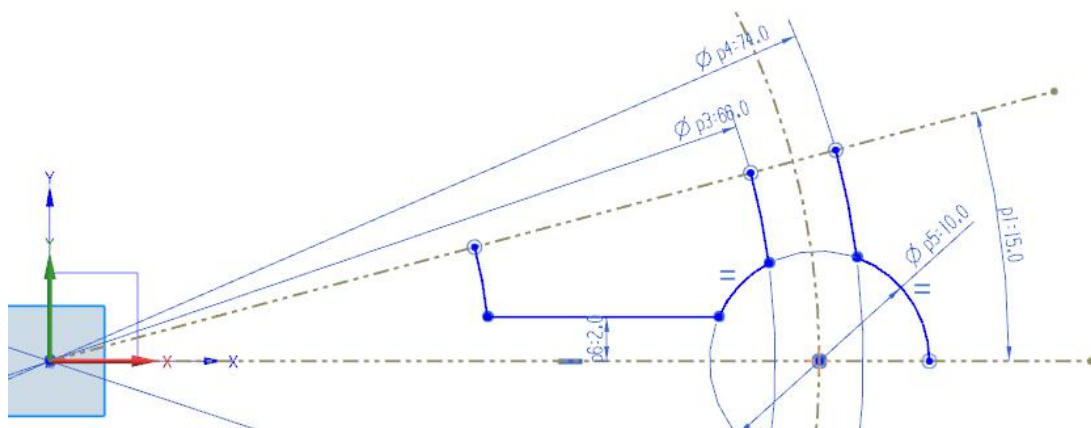



图 2-27 修剪曲线

7、镜像曲线

1) 启动镜像曲线命令。在“直接草图”组中单击“镜像曲线”，或在上边框条中选择“菜单”→“插入”→“草图曲线”→“镜像曲线”，弹出“镜像曲线”对话框，如图 2-28 所示。

2) 选择镜像对象。在绘图区选择要镜像的曲线。

3) 选择中心线。在绘图区选择 15° 的参考线。

4) 完成镜像。单击“确定”，完成草图的镜像。



3、选择此参考线作为“中心线”

4、镜像结果

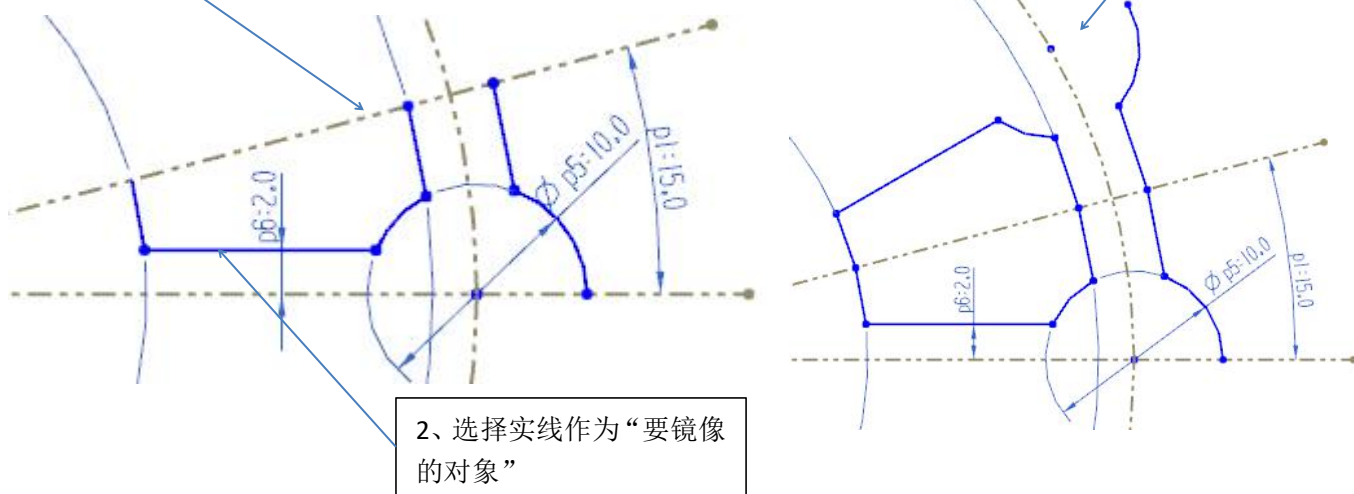



图 2-28 镜像曲线

8、阵列曲线

1) 启动阵列曲线命令。在“直接草图”组中单击“阵列曲线”，或在上边框条中选择“菜单”→“插入”→“草图曲线”→“阵列曲线”，弹出“阵列曲线”对话框，如图 2-29 所示。

2) 选择阵列对象。在绘图区选择所有实线作为要阵列的对象。

3) 选择阵列类型。在“阵列曲线”对话框的“阵列定义”组中选择布局列表中的“圆形”。

4) 选择旋转点。在“阵列曲线”对话框的“旋转点”组中单击“指定点”区域，在绘图区中选择坐标系原点。

5) 输入阵列参数。在“阵列曲线”对话框的“角度方向”组，从“间距”列表中选择“数量和节距”，在“数量”框中输入“12”，在“节距角”框中输入“30”。

6) 完成阵列。单击“确定”，完成草图的阵列。

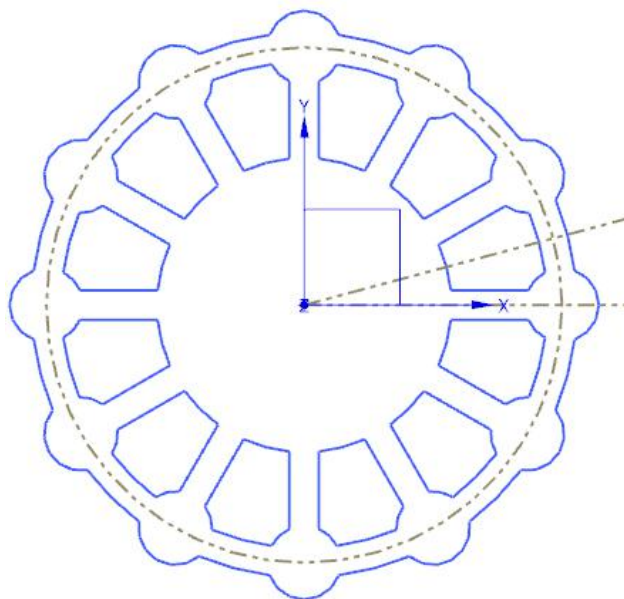
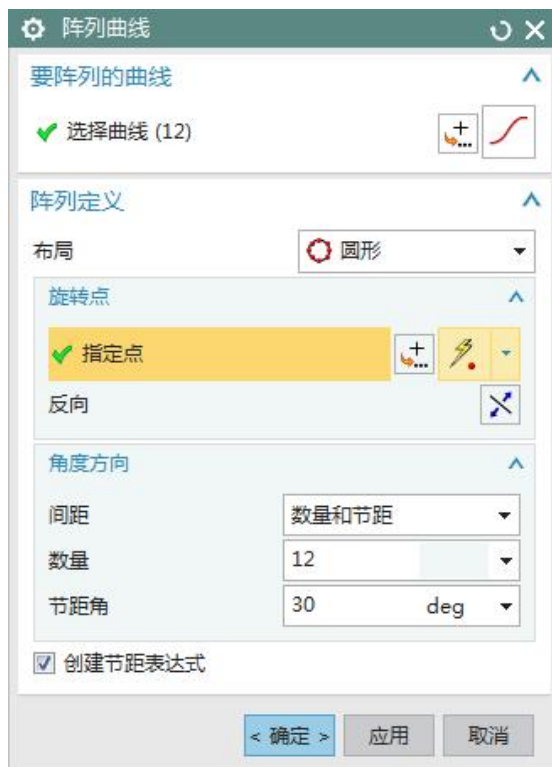


图 2-29 阵列曲线

9、退出草图环境

在“直接草图”组中单击“完成草图”，退出草图环境。

8、保存文件

在快速访问工具条上单击“保存”，或选择“文件”→“保存”，即可保存当前文件。

实训 4 轮架草图的绘制

一、任务要求

绘制轮架草图，如图 2-30 所示。

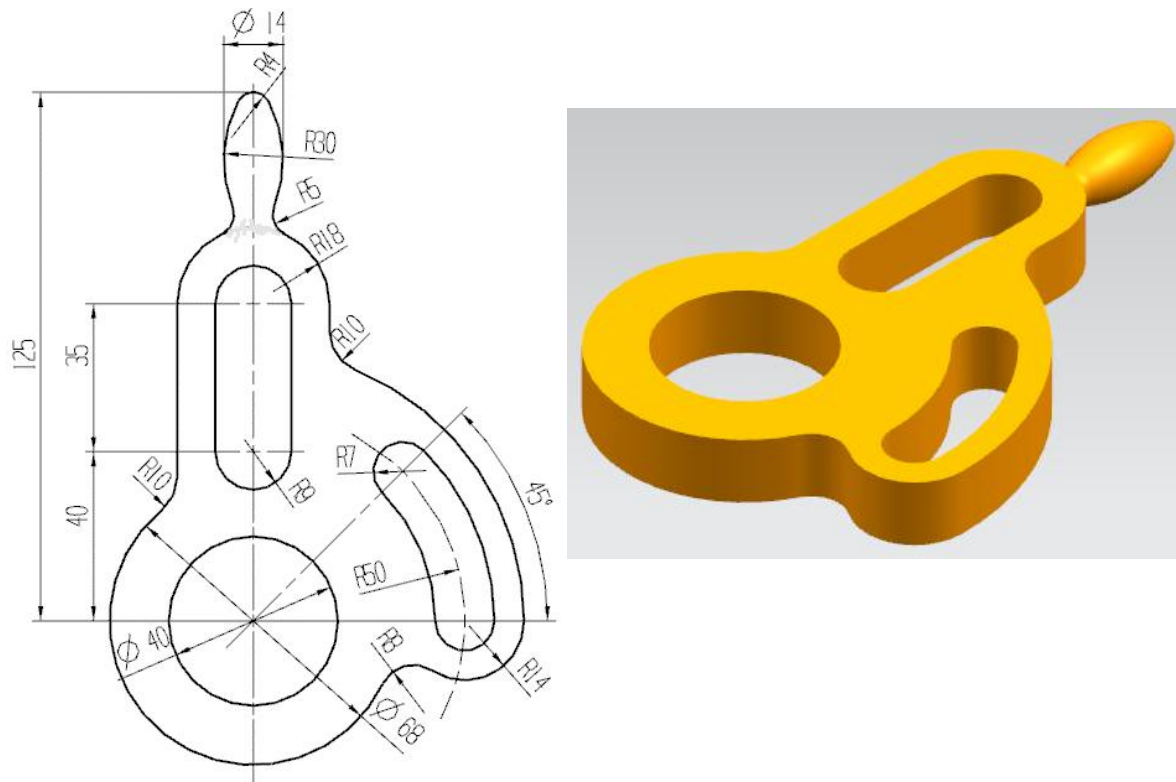


图 2-30 轮架草图

四、任务分析


图 2-30 所示轮架草图比较复杂，主要由中部同心圆、右部和上部的环形槽和顶部的手柄轮廓组成，每一部分均包含多条直线和圆弧曲线。对于这类草图需要分别绘制各部分轮廓曲线，最后通过倒圆角将所有曲线连接起来。

三、任务实施

1、新建文件






新建一个 NX 文件，命名为“轮架.prt”。进入 NX 10.0 标准界面后，显示基准坐标系。

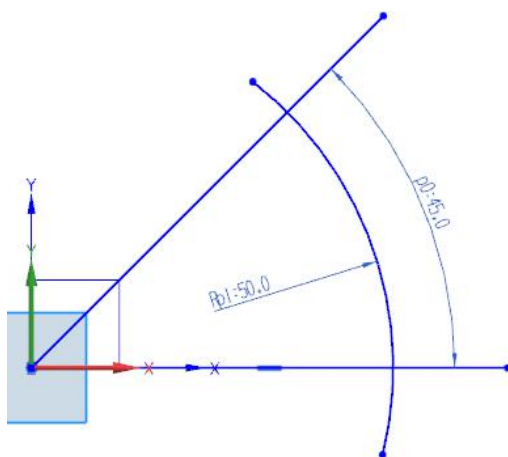
2、进入草图环境



- 1) 启动草图命令。在功能区中选择“主页”选项卡，单击“直接草图”组
- 2) 中的“草图”按钮  按钮。

- 3) 选择草图平面。在绘图区中选择基准坐标系中的 XY 平面。
- 4) 定向视图方向。在绘图区单击鼠标右键，选择“定向视图到草图”，则视图被定向至与 Z 轴垂直的方向上。
- 5) 关闭自动标注尺寸。在功能区“主页”选项卡单击“直接草图”组中的
- 6) “更多”按钮，再单击“连续自动标注尺寸”，确保关闭自动标注模式。


3、绘制参考线

1) 绘制直线和圆弧。在“直接草图”组中分别单击“直线”  “圆弧”  ，绘制  和圆弧曲线；再单击“快速尺寸”  ，标注  尺寸，如图 2-31 所示。



2) 转换为参考线。在“直接草图”组中单击“更多”  ，选择“转换至/自参考对象”  ，弹出“转换至/自参考对象”对话框；在绘图区选择直线和圆弧，单击“确定”，将直线和圆弧转换为参考线。

4、绘制同心圆

在“直接草图”组中单击“圆”  ，以基准坐标系原点为圆心，绘制同心圆，如图 2-32 所示。

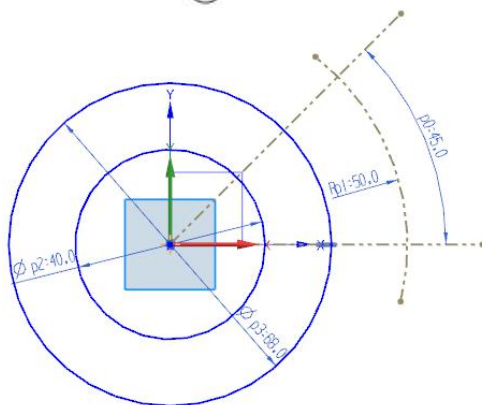


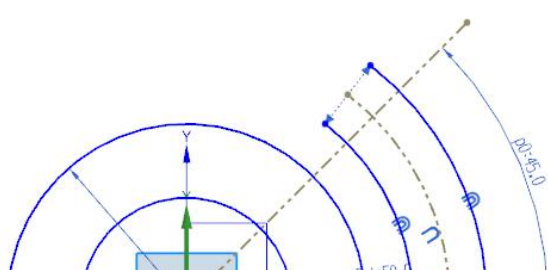
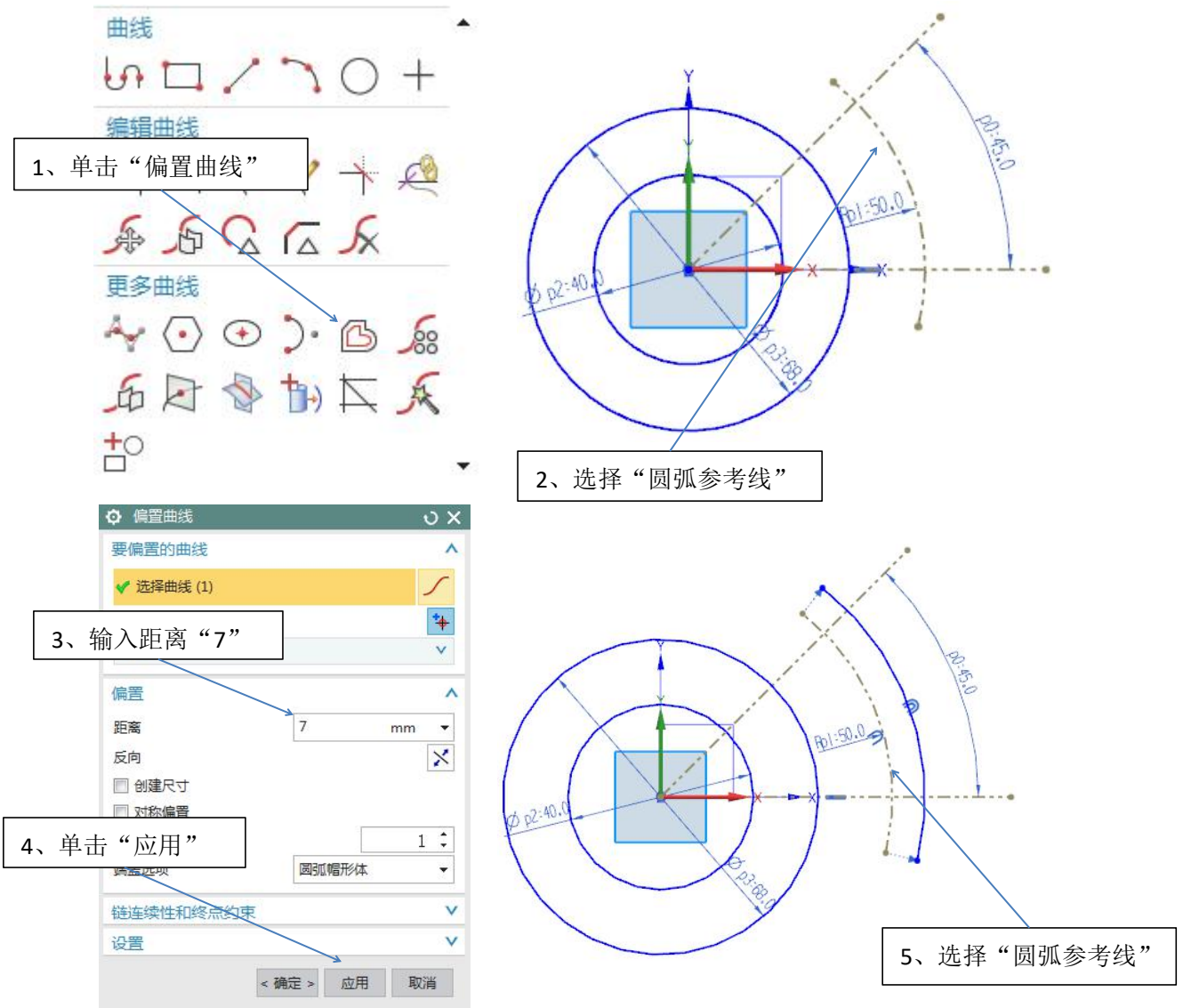


图 2-32 绘制同心圆

5、绘制右部环形槽曲线

1) 偏置曲线。在“直接草图”组中单击“偏置曲线”，弹出“偏置曲线”对话框。在绘图区选择圆弧参考线作为“要偏置的曲线”，输入偏置距离为“7”，单击对话框“应用”按钮，则生成一段向外偏置 7mm 的圆弧曲线。重新选择圆弧参考线为“要偏置的曲线”，输入偏置距离 7mm，单击“反向”，再单击对话框“确定”按钮，生成一段向内偏置 7mm 的圆弧曲线。其操作步骤如图 2-33 所示。

用相同的方法再生成一段偏置距离为 14mm 的圆弧。



6、单击“反向”

7、单击“确定”

8、生成“偏置曲线”

图 2-33 偏置曲线

2) 绘制圆。以参考线的交点为圆心，分别绘制半径为 7mm、14mm 的圆，如图 2-34 所示。

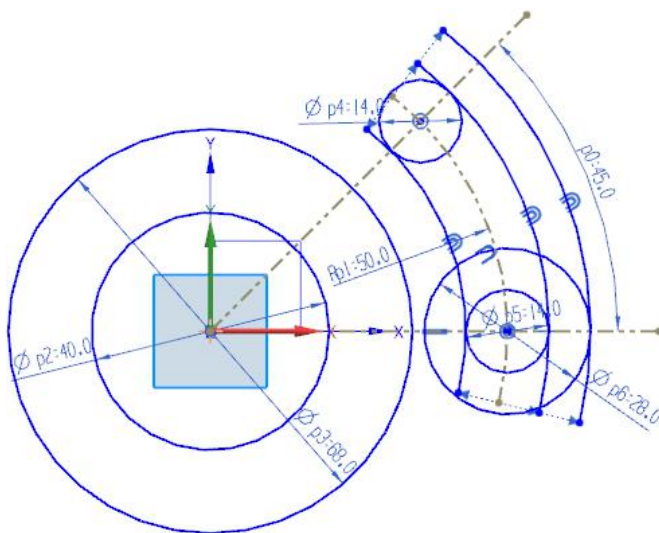



图 2-34 绘制圆

3) 修剪曲线。在“直接草图”组中单击“快速修剪”，对圆、圆弧曲线进行修剪，其结果如图 2-35 所示。

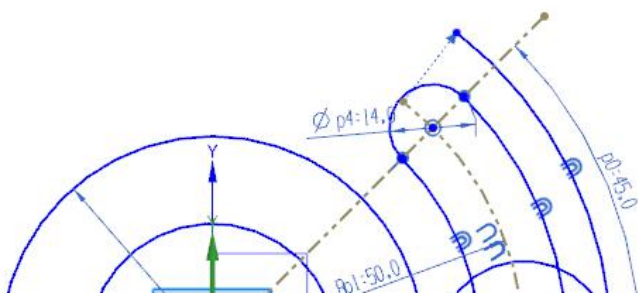



图 2-35 修剪曲线

6、绘制上部环形槽曲线

- 1) 绘制轮廓曲线。使用“直线”和“圆”命令绘制轮廓曲线。
- 2) 标注尺寸。单击“快速尺寸”,对轮廓曲线进行尺寸标注。
- 3) 设置约束。单击“几何约束”,将圆心约束到Y轴上,约束直线和圆相切,如图 2-36 所示。

4) 修剪曲线。在“直接草图”组中单击“快速修剪”,对圆、圆弧曲线进行修剪,其结果如图 2-37 所示。

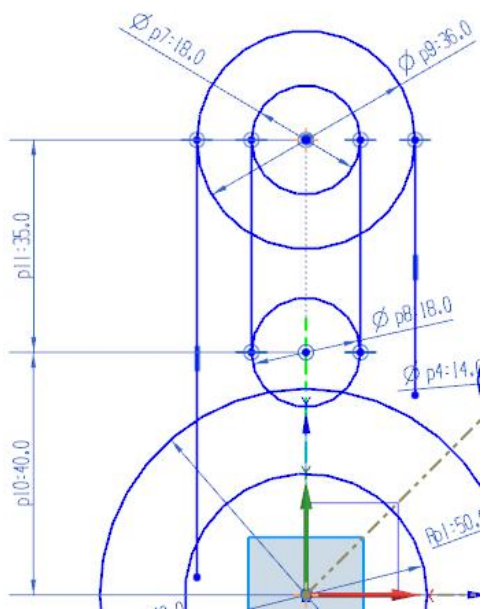


图 2-36 绘制轮廓曲线

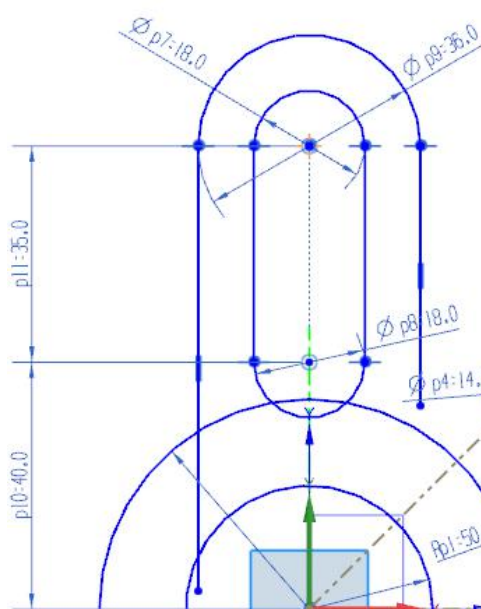


图 2-37 修剪曲线

7、倒圆角

- 1) 倒圆角。在“直接草图”组中单击“圆角”,在“圆角”对话框的“圆



角方法”组中，选择“修剪”方法。在绘图区中选择要倒圆角的两段曲线，在参数框中输入圆角半径值，敲回车键以创建圆角，如图 2-38 所示。

2) 修剪曲线。将草图轮廓上多余的曲线进行修剪，其结果如图 2-38 所示。

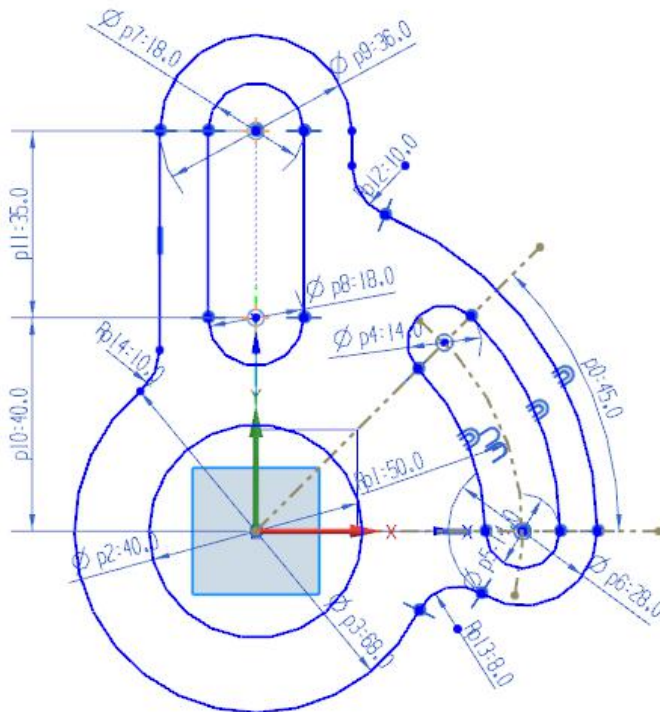




图 2-38 倒圆角

8、绘制手柄轮廓曲线

1) 绘制手柄轮廓曲线。在“直接草图”组中单击“圆弧”，任意绘制三段圆弧。

2) 标注尺寸。对圆弧曲线进行尺寸标注。

3) 设置约束。将 R4 圆弧的起点和圆心约束至 Y 轴上，将三段圆弧约束为相切关系，其结果如图 2-39 所示。

4) 镜像曲线。在“直接草图”组中单击“镜像曲线”，对手柄轮廓曲线进行镜像，其结果如图 2-40 所示。

5) 修剪曲线。将多余的轮廓曲线进行修剪，完成轮架草图的绘制，其结果如图 2-41 所示。

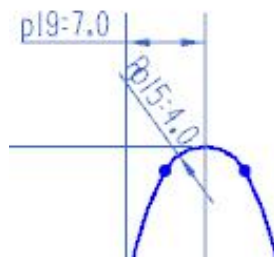
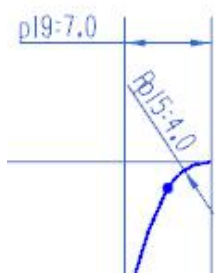


图 2-39 绘制手柄曲线

图 2-40 镜像曲线

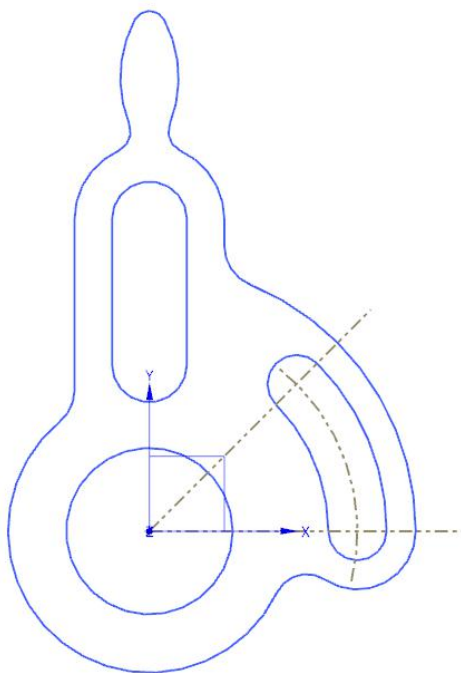


图 2-41 轮架草图

9、退出草图环境


在“直接草图”组中单击“完成草图”，退出草图环境。

10、保存文件


在快速访问工具条上单击“保存”，或选择“文件”→“保存”，即可保存当前文件。

对话框中的“确定”按钮，完成沉孔台阶的创建，如图 3-3 所示。


1、单击“拉伸”命令



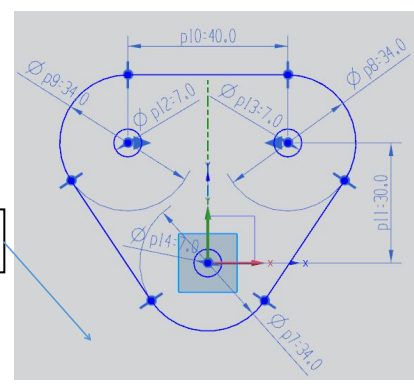
2、选择“截面曲线”按钮




3、选择 XY 坐标平面



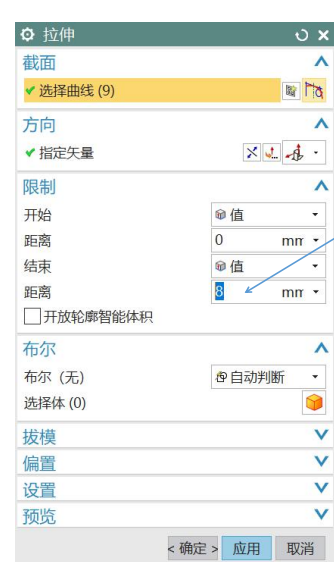
4、绘制截面曲线



5、单击“完成”按钮，退出草图环境



6、设置拉伸高度为 8mm



7、拉伸底板实体

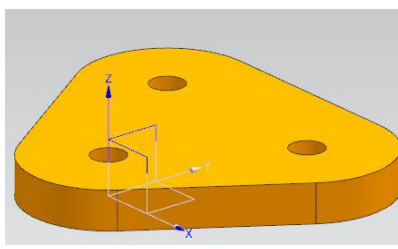


图 3-2 底板的实体拉伸

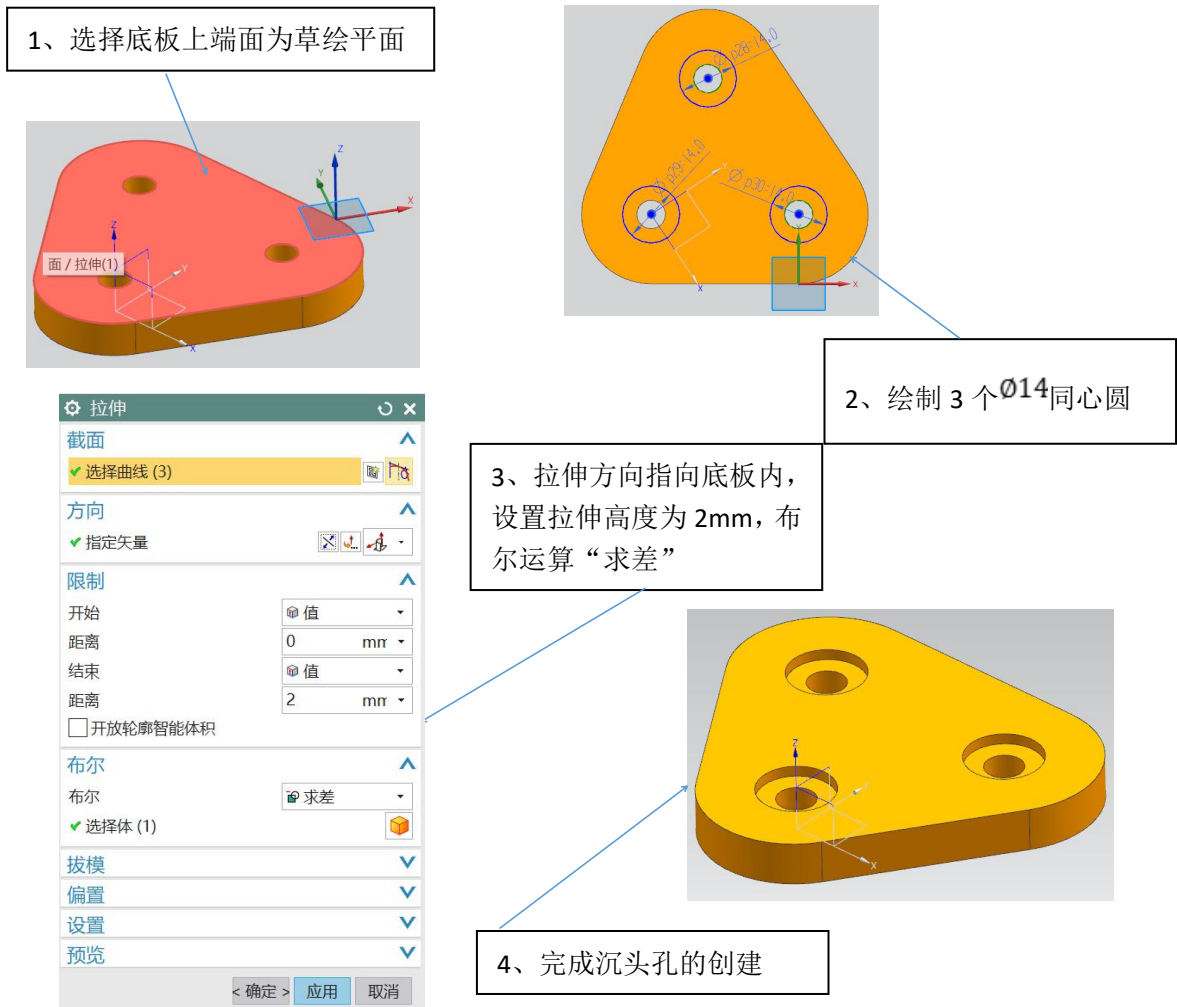



图 3-3 沉头孔创建

3、创建连杆

在使用扫掠命令创建连杆之前，分别完成引导线和截面线的绘制。

1) 绘制引导线。在功能区中选择“主页”选项卡，单击“直接草图”组中的“草图”按钮。选择基准坐标系 YZ 平面作为草图平面，绘制连杆的扫掠引导线，如图 3-4 所示，单击“完成草图”按钮完成引导线绘制。

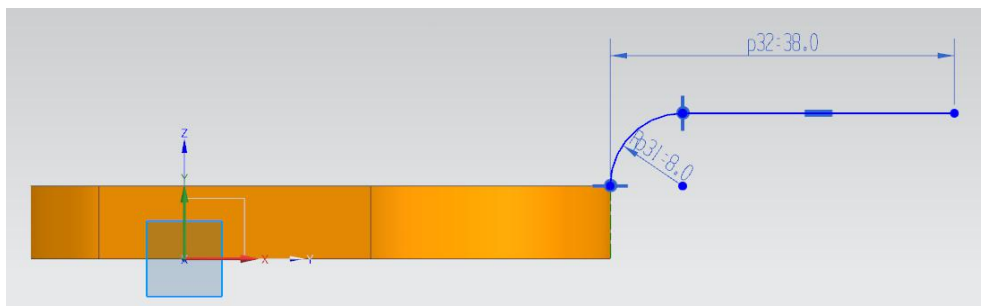



图 3-4 绘制引导线

2) 绘制截面线。单击“草图”按钮，弹出“创建草图”对话框。选择底板上端面为草图平面，勾选对话框中的“投影工作部件原点”复选框，在“草图方向”栏中的“参考”下拉列表中选择“水平”选项，选择“参考”按钮，选取基准坐标系的 Y 轴作为水平参考，单击“确定”按钮进入草图环境。绘制“T”形截面，完成后单击“完成草图”按钮，如图 3-5 所示。

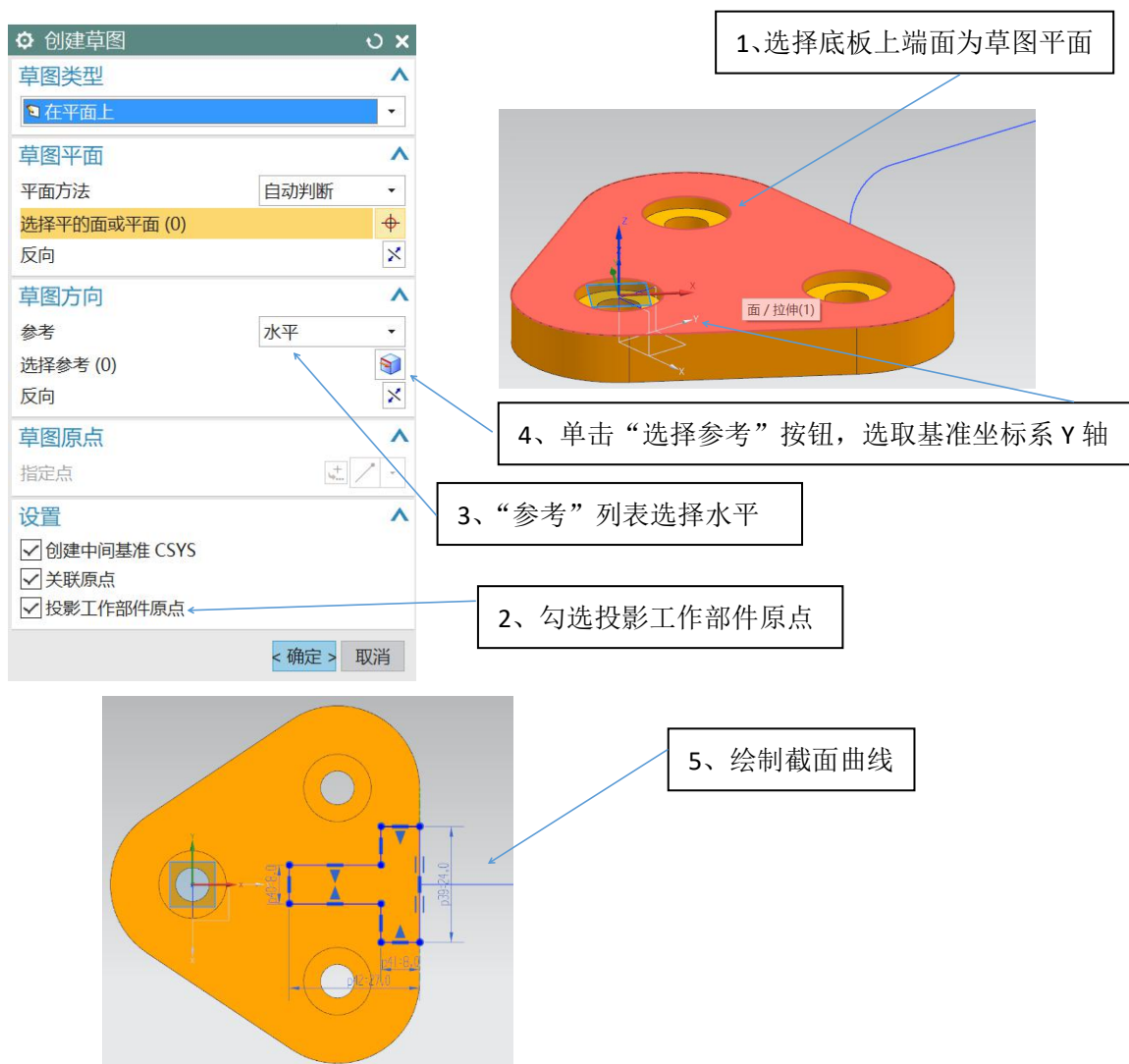




图 3-5 截面曲线绘制

3) 扫掠创建连杆。单击“主页”选项卡中“特征”组中的“更多”按钮，选择“扫掠”按钮，弹出“扫掠”对话框。选取“T”形曲线为截面曲线，单击引导线按钮，选择前面所绘制的引导线，单击“确定”按钮，完成连杆的创作，如图 3-6 所示。

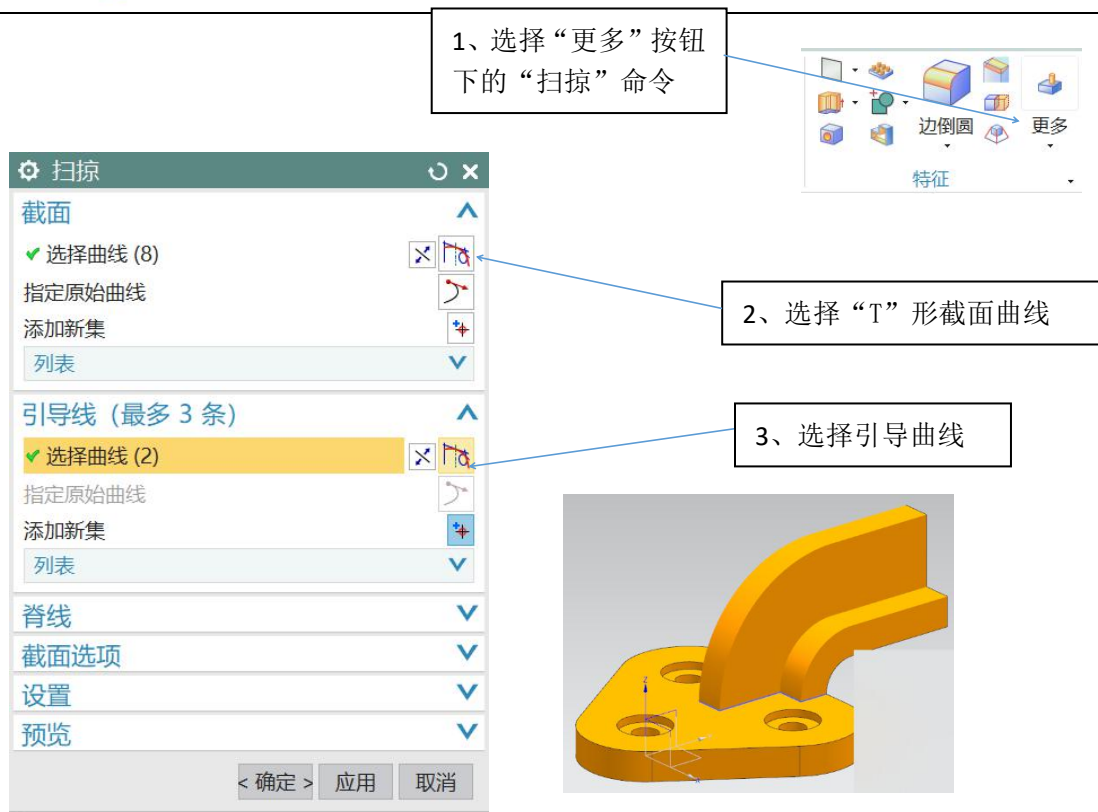


图 3-6 连杆的创建

4、创建套筒


1) 单击“拉伸”按钮, 选择基准坐标系中的 XY 平面为草图平面, 以引导线的终点为圆心绘制一个 $\varnothing 30$ 的圆。完成草图绘制后, 在“拉伸”对话框中设置拉伸方向为“ZC”, 开始距离为“12”, 结束距离为“52”, 并进行布尔运算“求和”, 单击“确定”按钮, 拉伸出圆柱体, 如图 3-7 所示。



图 3-7 创建套筒圆柱

2) 单击“特征”组中的“基准平面”按钮，采用“按某一距离”方式，以底板前端面为参考平面，沿 Y 轴方向偏移距离“58”创建一个基准面，如图 3-8 所示。

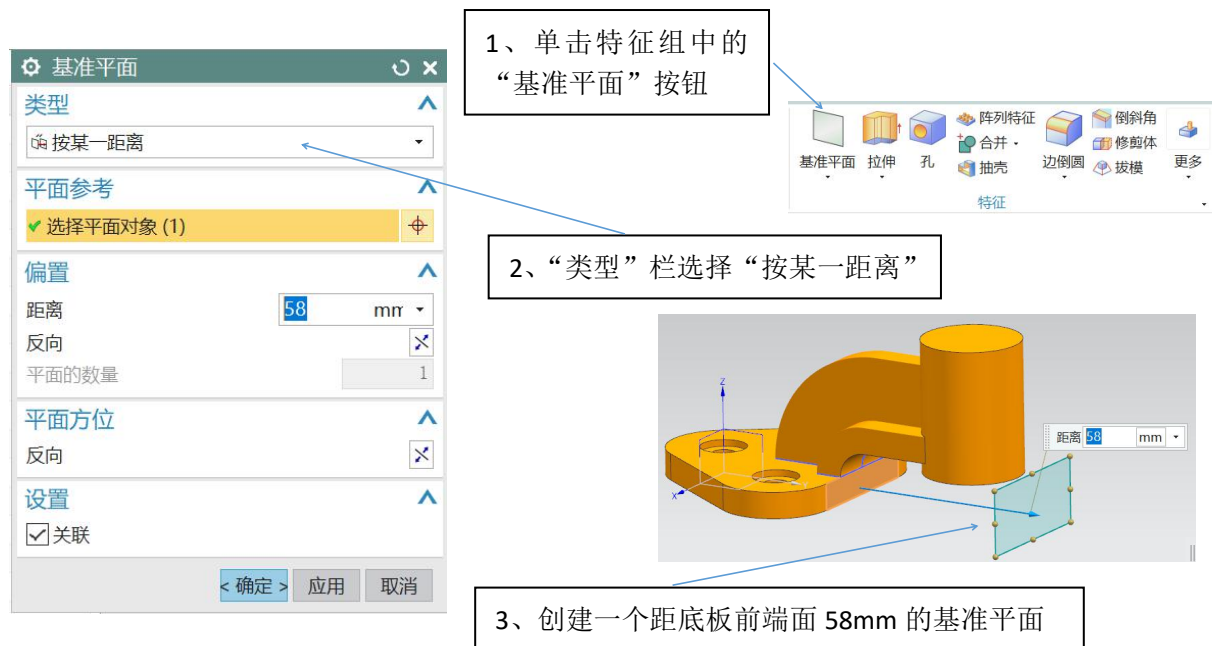


图 3-8 创建基准平面

3) 单击“拉伸”按钮，以创建的基准平面为草图平面，通过尺寸标注和几何约束绘制一个 $\varnothing 12$ 的圆。在“拉伸”对话框中 设置拉伸方向为“-YC”，设置拉伸结束限制条件为“直至延伸部分”，并选择套筒圆柱面为要延伸的对象，并进行布尔运算“求和”，单击“确定”按钮生成凸台，如图 3-9 所示。



图 3-9 创建凸台

4) 继续使用“拉伸”命令，选择套筒圆柱的上端面为草图平面，绘制一个 $\varnothing 20$ 的同心圆。完成草图绘制后，在“拉伸”对话框中设置拉伸方向为“-ZC”，设置拉伸结束限制条件为“贯通”，并进行布尔运算“求差”，单击“应用”按钮完成套筒圆柱的切孔，如图 3-10 所示。



图 3-10 套筒圆柱切孔

5) 继续使用“拉伸”命令，以凸台前端面为草图平面，绘制一个 $\varnothing 6$ 的同心圆。完成草图绘制后，在“拉伸”对话框中设置拉伸方向为“-YC”，拉伸结束限制条件为“直至延伸部分”，选择套筒圆柱内表面为要延伸到的对象，并进行布尔运算“求差”，单击“确定”按钮完成凸台的切孔，如图 3-11 所示。

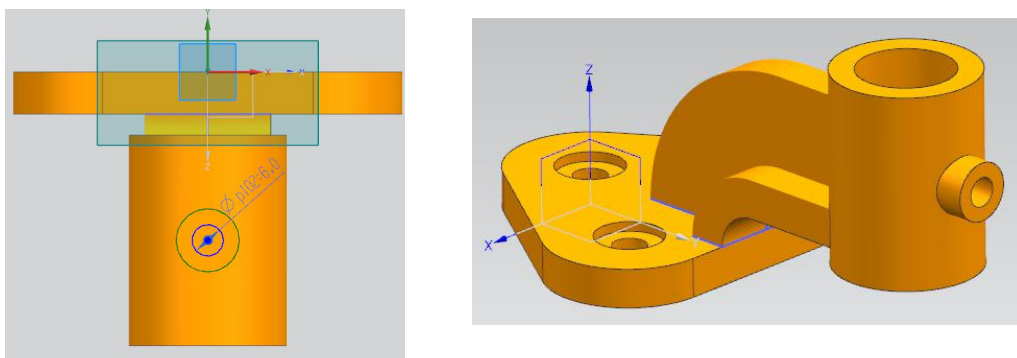


图 3-11 凸台的切孔

实训 6 V 带轮的造型

一、任务要求

完成 V 带轮的三维造型，如图 3-12 所示。

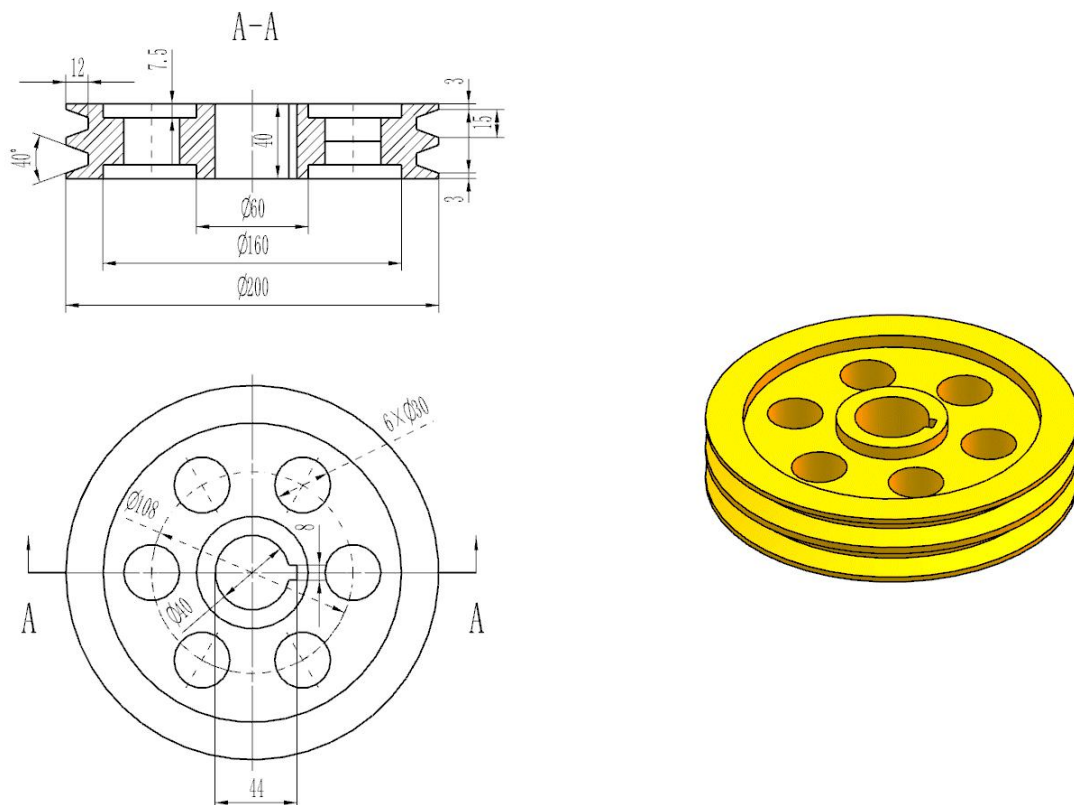


图 3-12 V 带轮零件图

五、任务分析


V 带轮是中心对称结构，可以先绘制草图截面曲线，然后使用旋转特征生成。

三、任务实施

1、新建文件

新建一个 NX 模型文件，命名为“V 带轮.prt”，并指定文件的保存路径。进入 NX 10.0 标准界面后，显示基准坐标系。

3、绘制截面草图

1) 启动草图命令。在功能区中选择“主页”选项卡，单击“直接草图”组中的“草图”按钮  出“创建草图”对话框。

2) 绘制截面曲线。在“创建草图”对话框中选择“XZ”坐标平面作为草图平面，单击“确定”按钮进入草图环境。在草图环境中使用“轮廓线”命令绘制近似

草图曲线。

3) 约束草图。使用尺寸约束、几何约束对草图进行约束，最终获得准确的草图曲线，如图 3-13 所示。

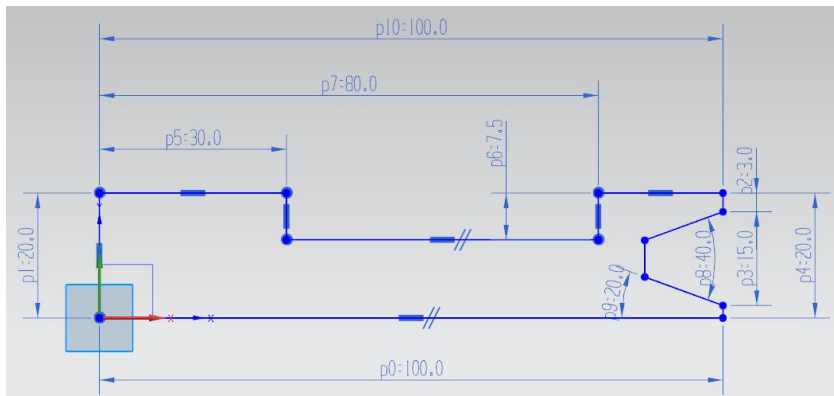



图 3-13 草图曲线

4) 镜像曲线。选取草图曲线中长度为 100mm 的直线，单击“直接草图”组中的“更多”按钮，选择“转换至/自参考对象”按钮，将该直线转换为参考线。选择“直接草图”组中的“镜像曲线”按钮，弹出“镜像曲线”对话框，选择草图轮廓线为要镜像的曲线，选择参考线为中心线，完成对轮廓线的镜像。

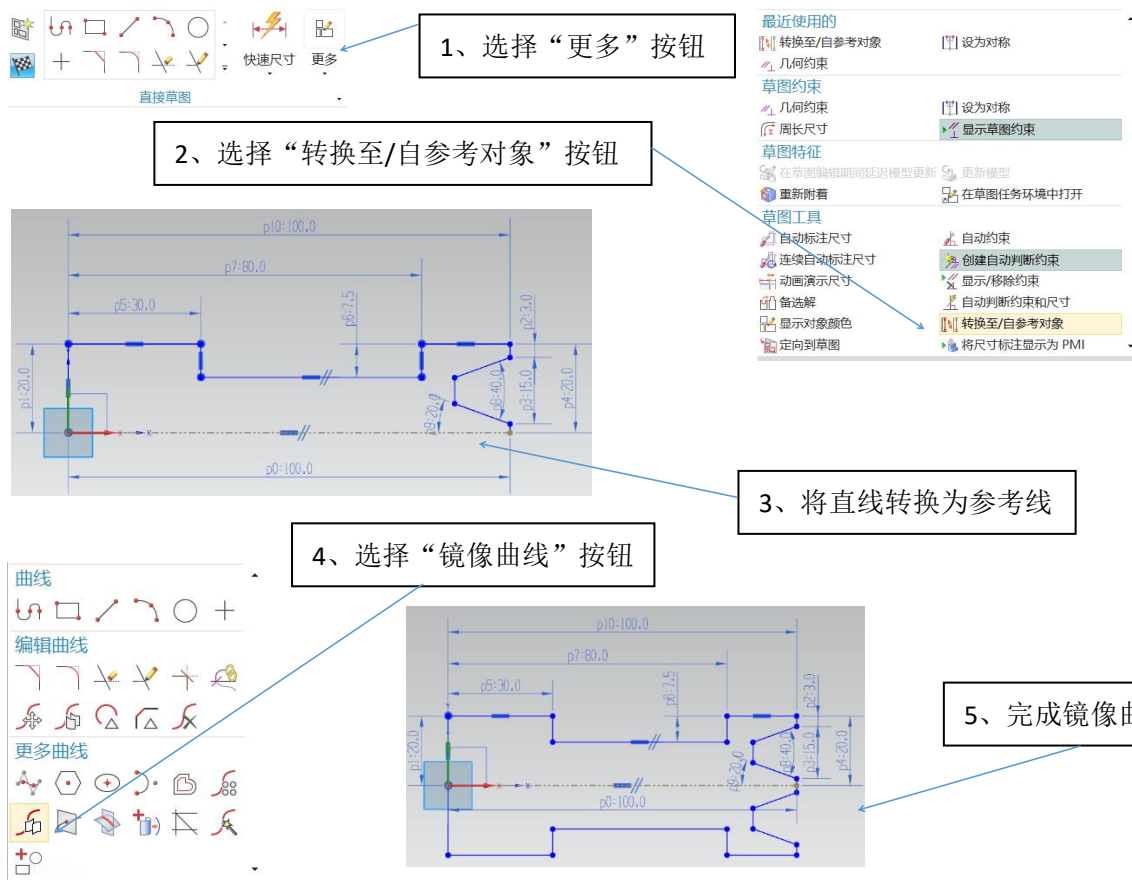



图 3-14 镜像曲线

4、创建旋转特征

单击“特征”组中的“旋转”按钮  弹出“旋转”对话框。截面选择草图曲线，旋转方向选择 ZC，指定点选择基准坐标系原点，角度选择 0 -360 ，单击“确定”按钮完成旋转特征的创建，如图 3-15 所示。

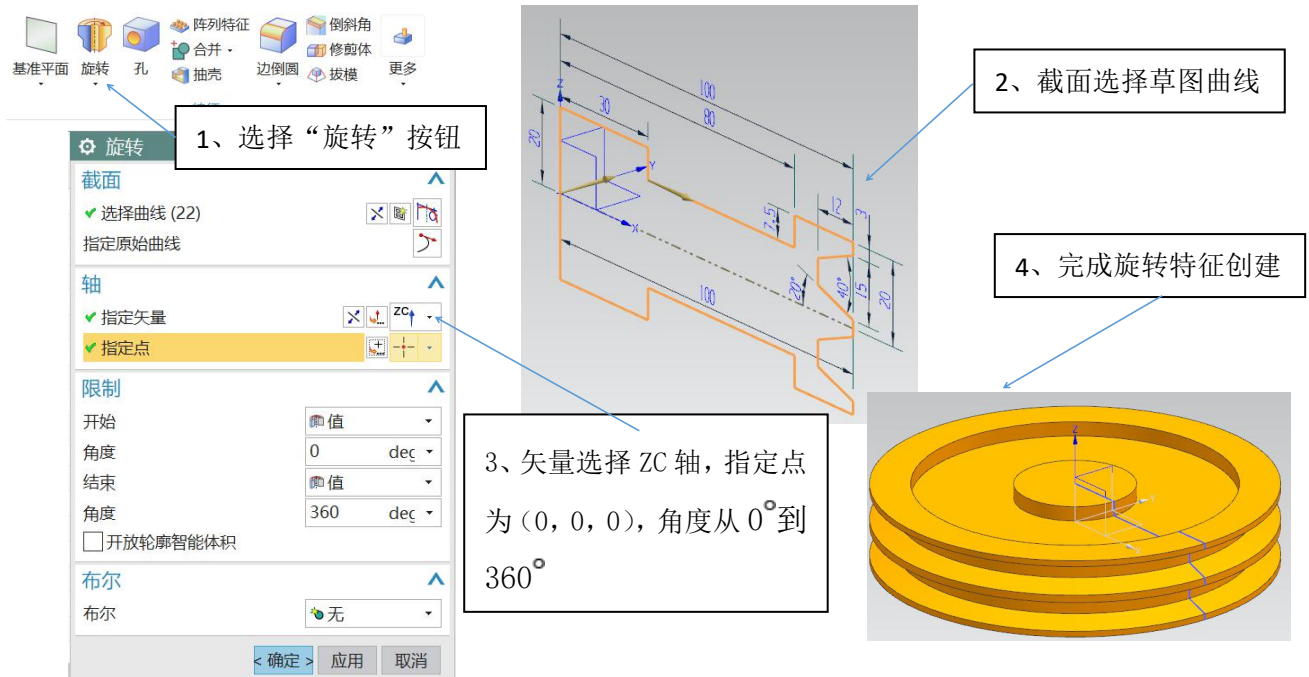


图 3-15 旋转特征创建

5、创建轮毂

选择基准坐标系 XY 平面为草图平面，绘制轮毂截面草图，单击“完成草图”按钮退出草图环境。单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。截面选择轮毂草图，拉伸方向选择“ZC”，拉伸开始限制条件选择“对称值”，距离输入 20mm，并进行布尔运算“求差”，单击“确定”按钮完成 V 带轮轮毂的创建，如图 3-16 所示。



图 3-16 轮毂的创建

6、创建轮辐

选择基准坐标系 XY 平面为草图平面，并绘制一个 $\varnothing 30$ 的圆。使用几何约束将圆心定位至指定位置，单击“完成草图”按钮退出草图环境。单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。截面选择 $\varnothing 30$ 的圆，拉伸方向选择“ZC”，拉伸开始限制条件选择“对称值”，距离输入 12.5mm，并进行布尔运算“求差”，单击“确定”按钮完成 V 带轮轮辐孔的创建，如图 3-17 所示。

单击“菜单”按钮，选择“插入—关联复制—阵列特征”，打开“阵列特征”对话框，选择 $\varnothing 30$ 的孔作为要阵列的特征，布局选择“圆形”，指定矢量为“ZC”，指定点为“坐标原点 (0, 0, 0)”，间距选择“数量和节距”，数量为“6”，节距为“60”，单击“确定”完成轮辐的创建，如图 3-18 所示。



图 3-17 轮辐孔的创建

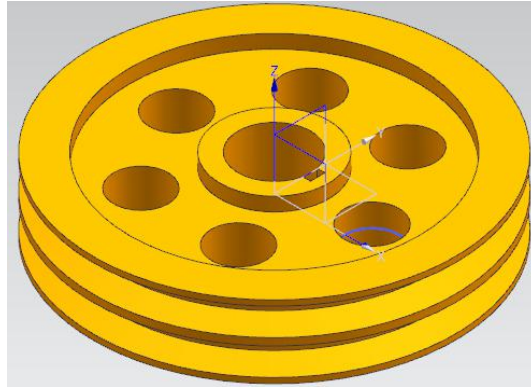


图 3-18 轮辐的创建

实训 7 齿轮轴的造型

一、任务要求

完成齿轮轴的三维造型，如图 3-19 所示。

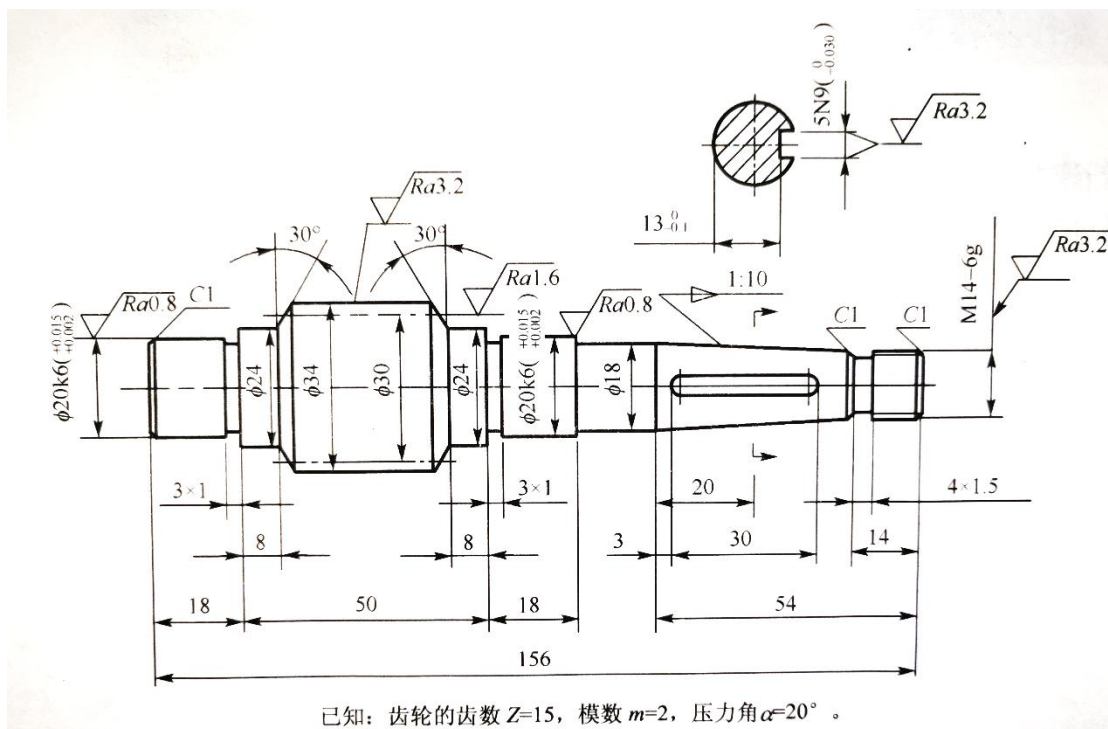


图 3-19 齿轮轴零件图

二、任务分析

齿轮轴零件的结构包含五部分，即阶梯轴、齿轮、螺纹、键槽和倒角。其中，阶梯轴是主体，可以使用旋转命令创建。齿轮可以利用 GC 工具箱来创建，螺纹使用螺纹命令来创建，键槽可以使用拉伸命令来创建，倒角使用倒斜角命令来创建。

三、任务实施

1、新建文件

新建一个 NX 模型文件，命名为“齿轮轴.prt”，并指定文件的保存路径。

2、创建阶梯轴

1) 绘制草图。选择 XZ 平面作为草图平面，绘制阶梯轴草图，如图 3-20 所示。

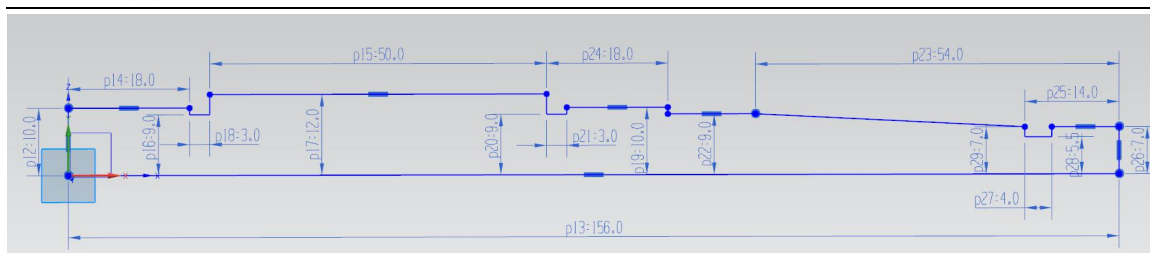



图 3-20 齿轮轴草图

2) 创建阶梯轴。单击“特征”组中的“旋转”按钮, 弹出“旋转”对话框。截面选择草图曲线, 旋转方向选择 XC 轴, 指定点选择基准坐标系原点, 角度选择 0° — 360° , 单击“确定”按钮完成旋转特征的创建, 如图 3-15 所示。

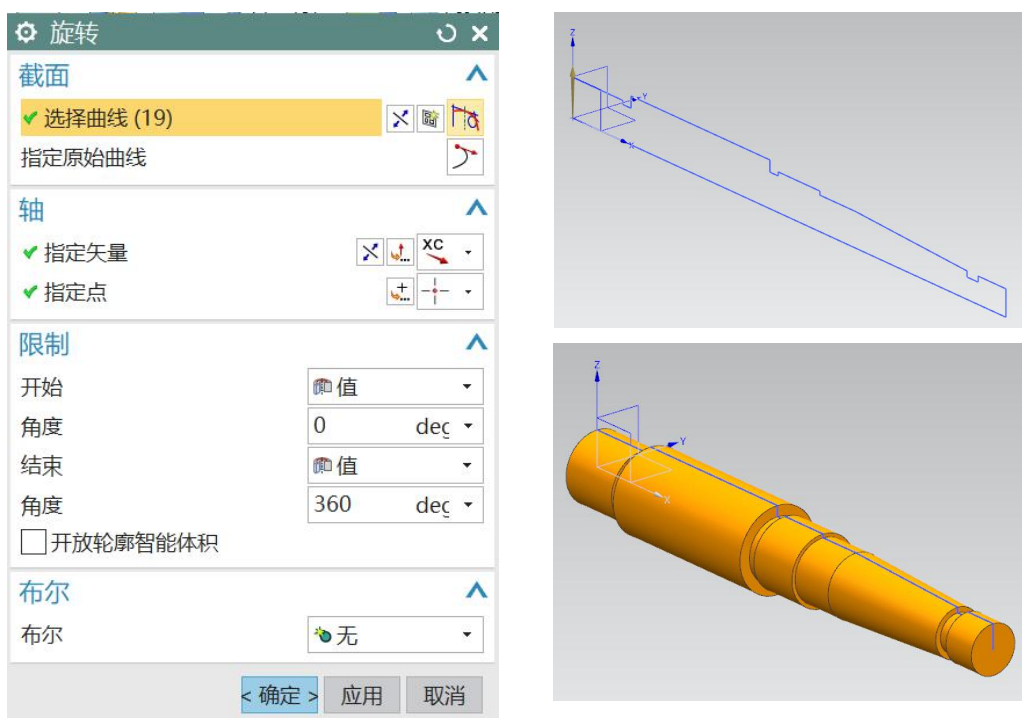



图 3-21 创建阶梯轴

3、创建倒角

- 1) 启动倒斜角命令。在“特征”组中单击“倒斜角”按钮, 弹出“倒斜角”对话框。
- 2) 选择棱边。在图形窗口中选择要倒斜角的三条棱边。
- 3) 设置偏置距离。在“倒斜角”对话框的偏置栏中, “横截面”选项列表中 选择“对称”, 在距离中输入“1”。
- 4) 完成创建。单击“确定”按钮完成倒斜角特征的创建, 如图 3-22 所示。

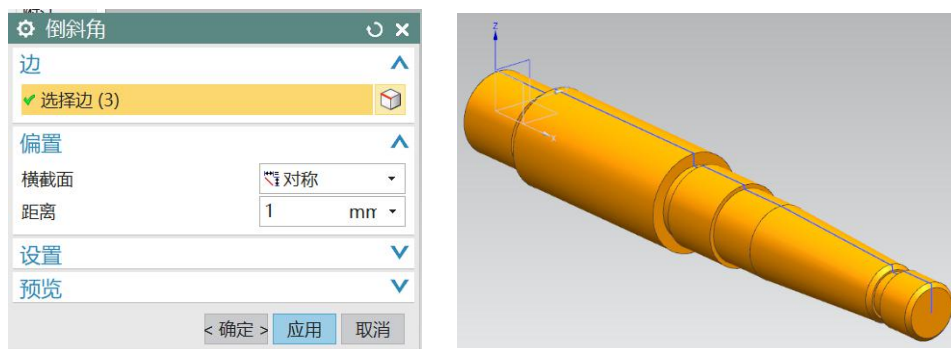


图 3-22 倒斜角

4、创建螺纹

- 1) 启动螺纹命令。在“特征”组中单击“更多”按钮，选择“螺纹”命令，弹出“螺纹”对话框。
- 2) 设置螺纹类型。螺纹类型包括符号螺纹和详细螺纹，符号螺纹以虚线圆的形式显示在一个或多个面上，详细螺纹则创建真实螺纹，在本齿轮轴中选择详细螺纹。
- 3) 选择放置面。在图形窗口中选择圆柱面作为螺纹的放置面。
- 4) 设置螺纹参数。根据零件图修改螺纹参数。
- 5) 完成创建。单击“确定”，完成螺纹特征的创建，如图 3-23 所示。

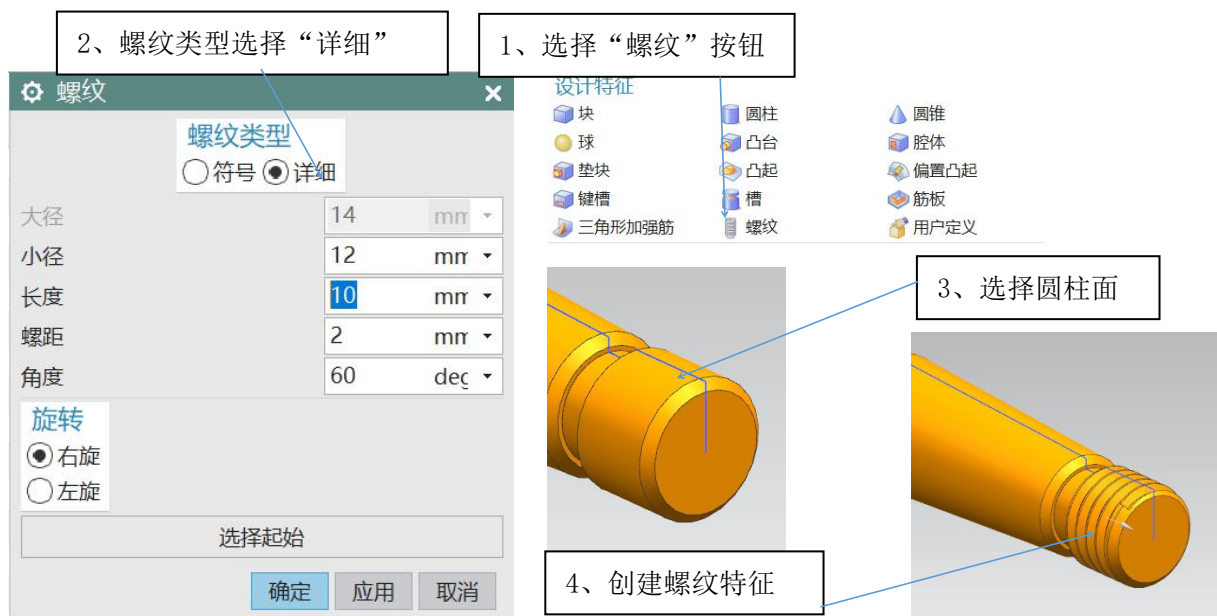



图 3-23 创建螺纹

5、创建键槽

1) 创建基准平面。在“特征”组中选择“基准平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。“类型”列表选择“自动判断”，选择圆锥面大端圆心作为选择的对象，并在“平面方位”栏中单击“备选解”，使基准平面与轴线垂直；在“偏置”栏中选中“偏置”复选框，输入距离为“20”，单击“确定”按钮完成基准平面的创建，如图 3-24 所示。

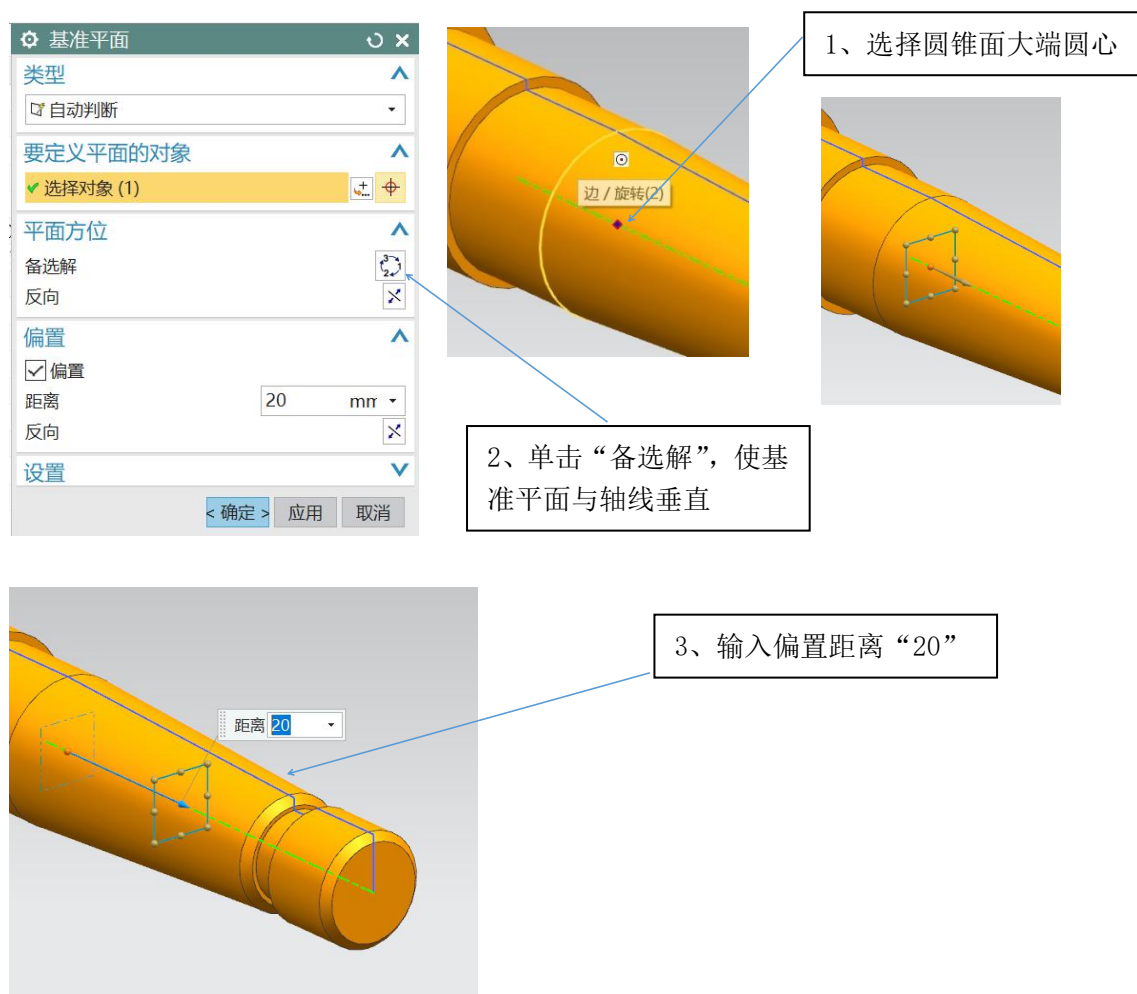








图 3-24 创建基准平面

2) 绘制草图。在“直接草图”组中选择“草图”按钮，选择刚才创建的基准平面作为草图平面，进入草图环境。单击“直接草图”组中的“相交曲线”按钮在图形窗口中选择圆锥面，单击“确定”按钮圆锥面与基准平面的相交曲线。再单击“转换至/自参考对象”按钮，将其转换为参考线。单击“矩形”按钮，绘制矩形曲线，如图 3-25 所示。

3) 创建键槽。单击“特征”组中的“拉伸”按钮，选择矩形草图作为截面曲线，“限制”栏开始、结束距离分别输入“-17”和“13”，并选择布尔运算“求差”，创建矩形槽。单击“边倒圆”按钮选择矩形槽四条竖直棱边，输入圆角半径“2.5”，创建圆角，完成键槽的创建，如图 3-26 所示。

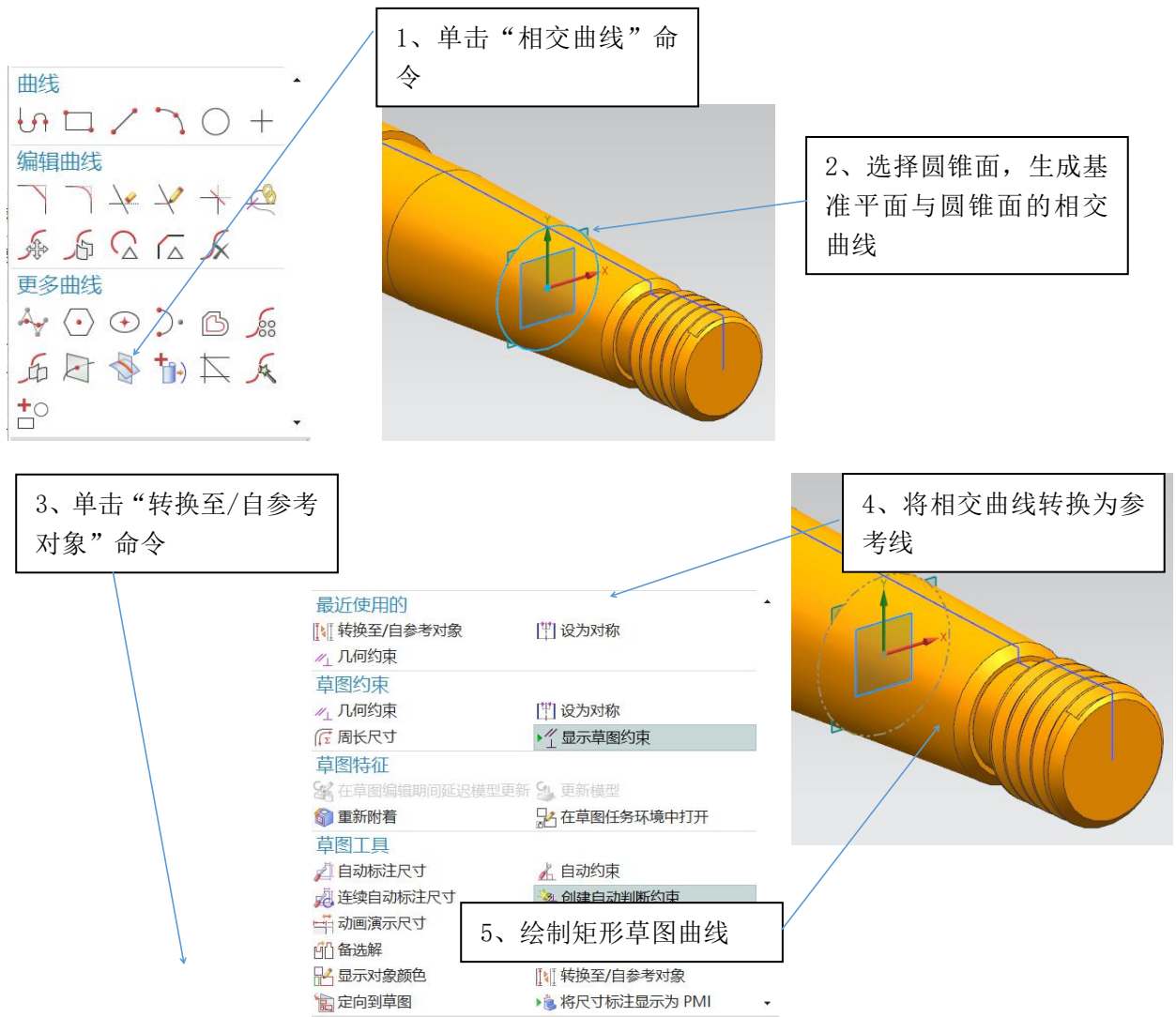


图 3-25 绘制草图曲线

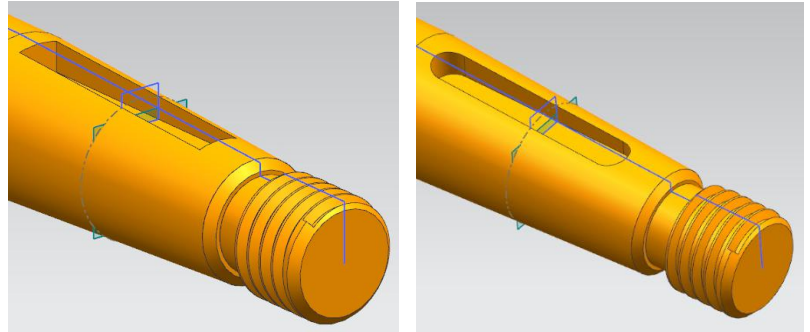


图 3-26 创建键槽

6、创建圆柱齿轮

- 1) 启动齿轮命令。在“主页”选项卡中选择“齿轮建模-GC 工具箱”组中的“柱齿轮建模”，弹出“渐开线圆柱齿轮建模”对话框。
- 2) 选择操作方式。选择“创建齿轮”，单击“确定”。
- 3) 选择齿轮类型。依次选择“直齿轮”和“外啮合齿轮”，单击“确定”。
- 4) 输入齿轮参数。单击“标准齿轮”选项，在名称中输入“gear”，模数输入“2”，牙数输入“15”，“齿宽”输入“34”，压力角输入“20”，单击“确定”。
- 5) 指定齿轮轴向。在图表窗口中选择 X 轴。
- 6) 指定齿轮位置。在点构造对话框中，输入坐标值“26, 0, 0”。

7) 完成创建。单击“确定”，完成圆柱齿轮的创建，如图 3-27 所示。

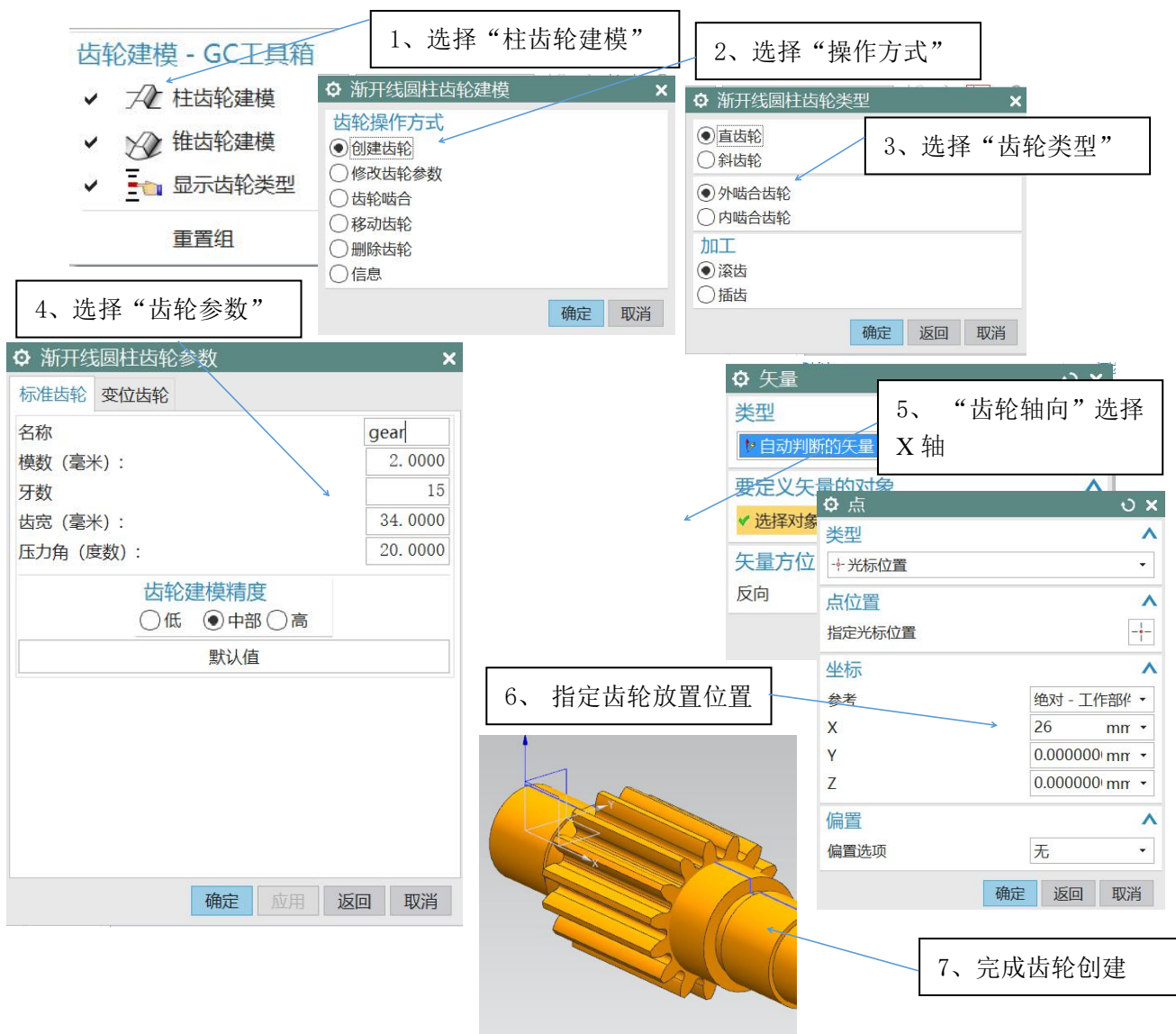



图 3-27 创建圆柱齿轮

7、创建圆柱齿轮倒角

齿轮端面的倒角不宜使用“倒斜角”命令，可以使用“回转”命令来创建。

1) 绘制草图。选择 XZ 平面作为草图平面，绘制草图。草图包括一个直角三角形和一条参考线。在草图环境中选择“直接草图”组中的“镜像曲线”按钮 ，在图形窗口中选择直角三角形作为“镜像对象”，选择参考线作为“镜像中心”，单击“确定”完成镜像曲线的创建，如图 3-28 所示。

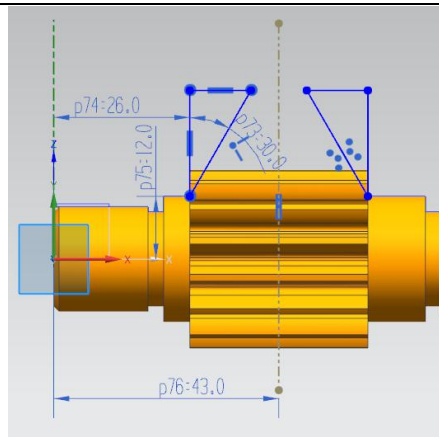



图 3-28 镜像曲线

2) 创建齿轮倒角。在“特征”组中单击“旋转”按钮，在图形窗口中选择草图曲线作为“截面曲线”，选择 X 轴作为旋转轴，在“限制”栏中分别输入角度“0”和“360”，布尔运算选择“求差”，选择齿轮作为目标体，单击“确定”完成齿轮端面倒角的创建，如图 3-29 所示。

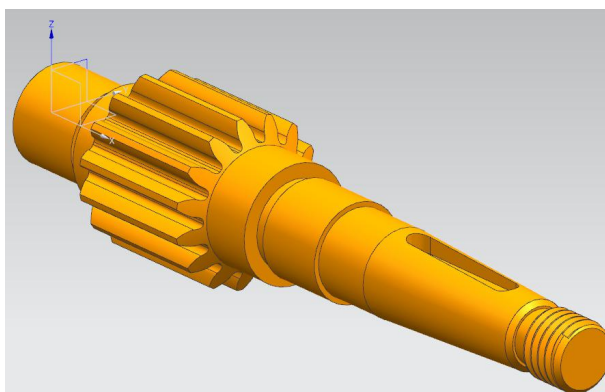


图 3-29 齿轮端面倒角

8、创建求和实体

在“特征”组中单击“合并”按钮，选择阶梯轴和齿轮进行求和。

9、保存文件

隐藏基准和草图，保存齿轮轴文件。

机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《低压电器的安装与维修》

实训项目：

实训 1：万用表、钳型电流表、兆欧表的使用

实训 2：照明电路的安装

实训 3：三相异步电动机和变压器

实训 4：低压配电电器和控制电器操作

实训 5：三相异步电动机正转控制电路

实训 6：三相异步电动机正反转控制电路

实训 7：三相异步电动机顺序启动控制线路

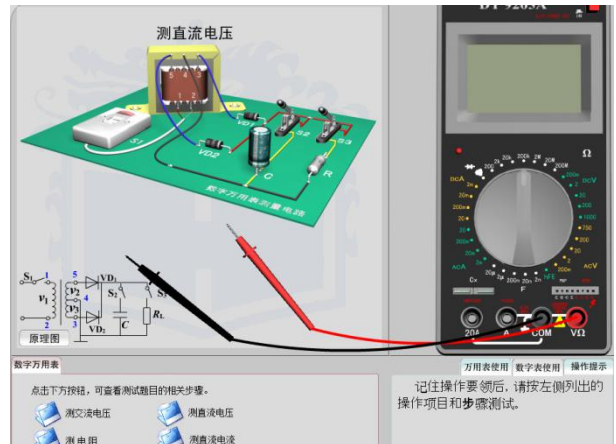
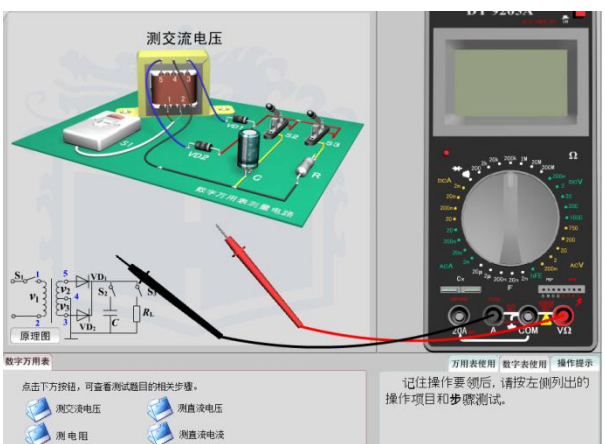
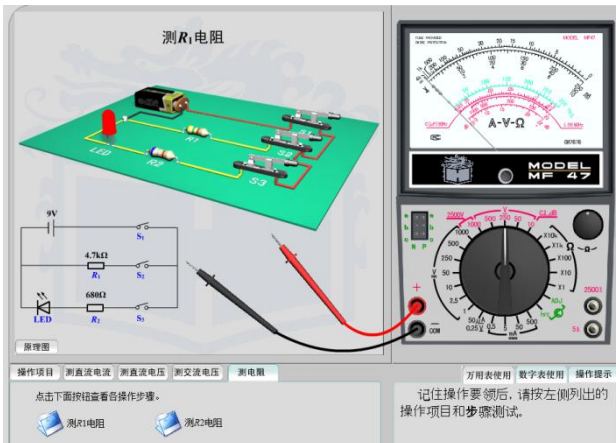
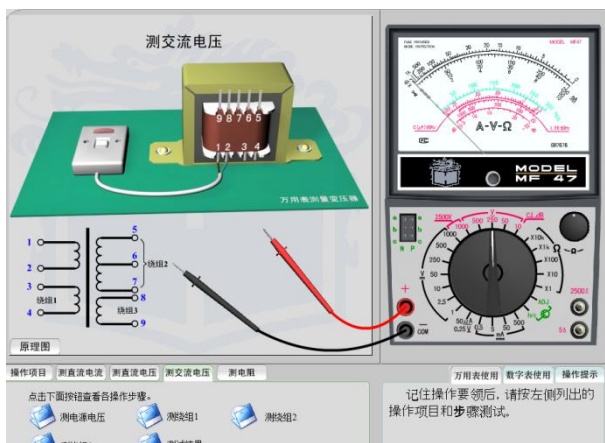
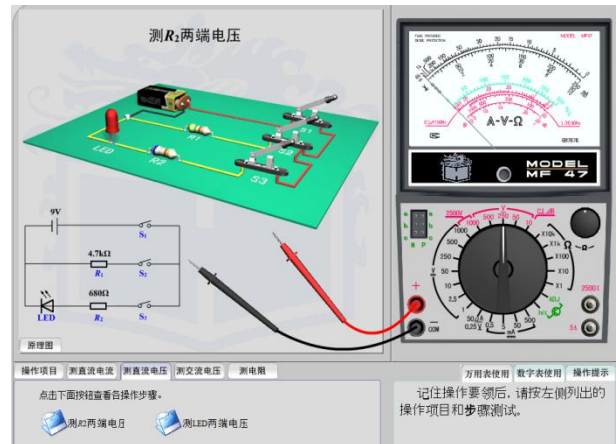
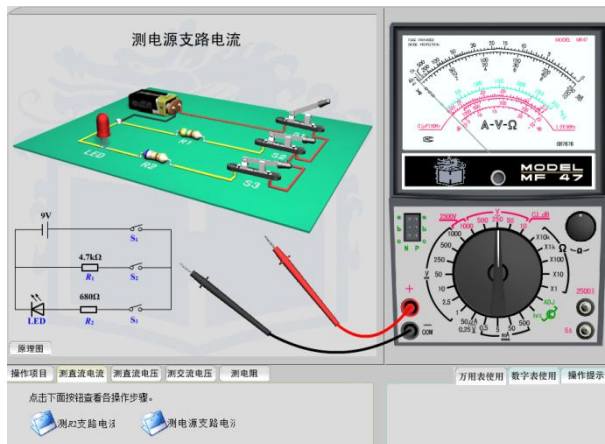
实训 8：三相异步电动机星角降压启动控制电路

实训1：万用表、钳型电流表、兆欧表的使用

本节课主要目的是让学生了解万用表、钳形电流表、兆欧表的结构、用途及工作原理，能够熟练使用万用表、钳形电流表、兆欧表测量各种参数。

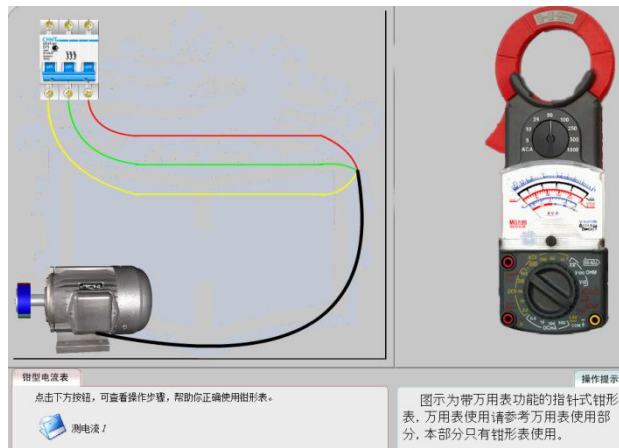
任务描述：

- 1、用仿真软件完成万用表测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻阻值。





2、用仿真软件完成钳形电流表测量三相异步时机定子绕组的电流。



3、用仿真软件完成兆欧表测量电动机相与地、相与相之间的绝缘电阻。

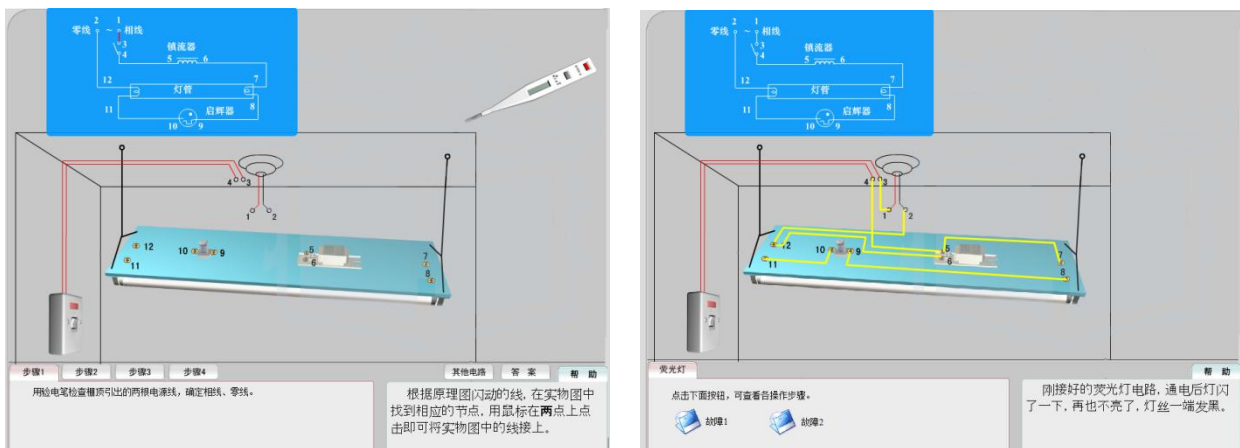


实训 2：照明电路的安装

本节课主要目的是让学生独立完成荧光灯线路的安装、检测与排故以及两地控制灯电路的接线，进一步加深其对照明电路的理解和应用能力。

任务描述：

1、用仿真软件完成荧光灯线路的安装、检测与排故。



2、用仿真软件完成两地控制灯电路的接线。



实训 3：三相异步电动机和变压器

本节课主要目的是让学生掌握三相异步电动机和变压器的结构、工作原理，独立完成三相异步电动机的拆装、故障检测，完成变压器绕组电压测量和极性端检测。

任务描述：

- 1、用仿真软件完成三相异步电动机的拆装、故障检测。



- 2、用仿真软件完成变压器绕组电压测量和极性端检测。

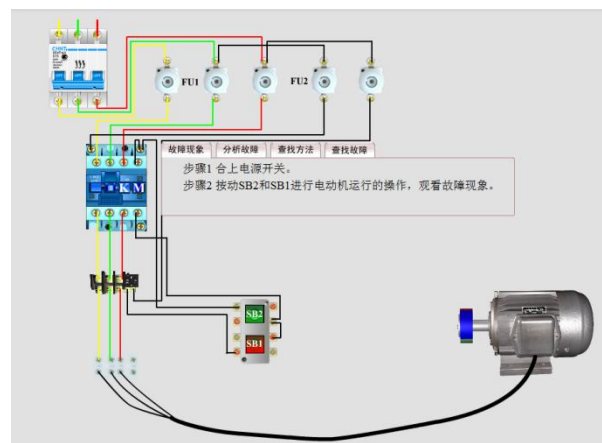
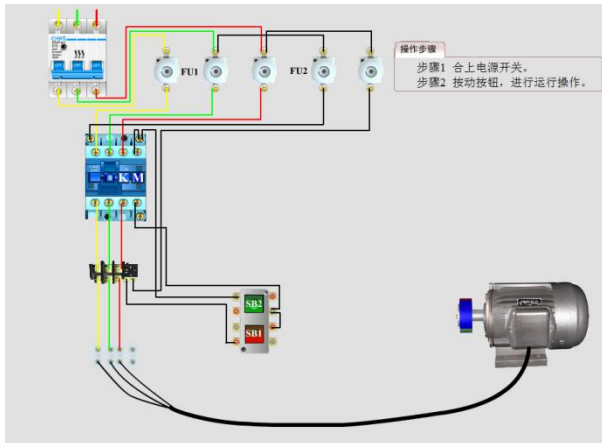
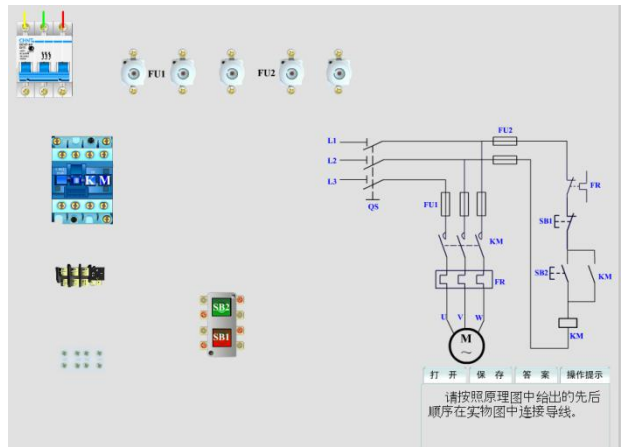
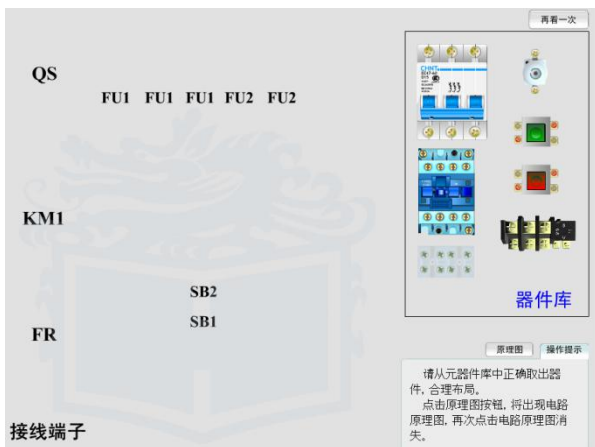


实训 5：三相异步电动机正转控制电路

本节课主要目的是让学生独立完成三相异步电动机接触器联锁正转控制线路的布局、连线、运行与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

任务描述：

用仿真软件完成接触器联锁正转控制线路的布局、连线、运行与排故。

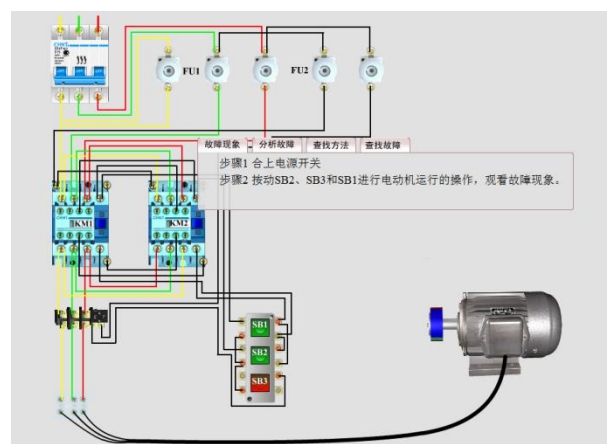
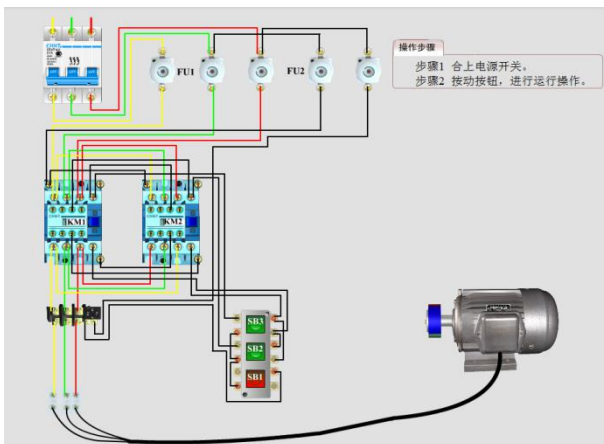
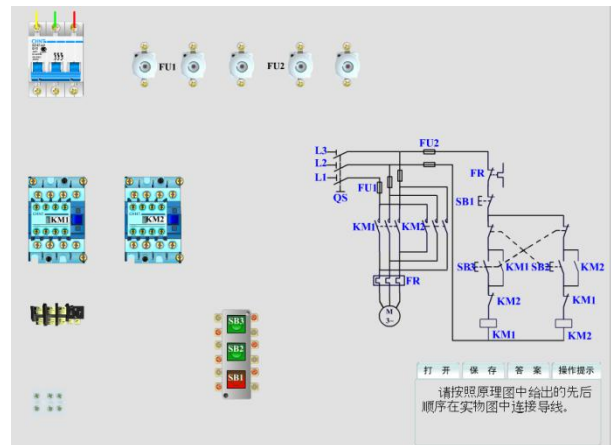
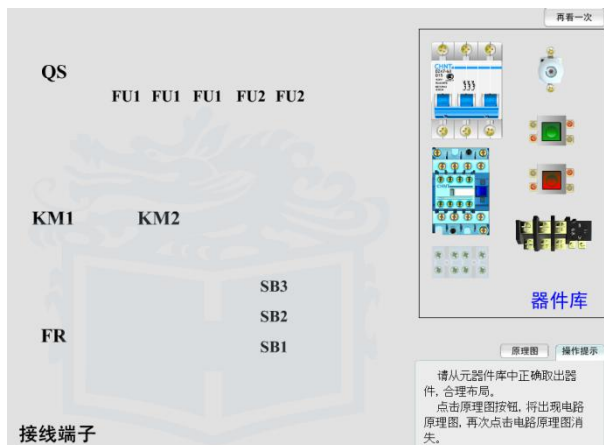


实训 6：三相异步电动机正反转控制电路

本节课主要目的是让学生独立完成三相异步电动机双重连锁正反转控制电路的布局、连线、运行与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

任务描述：

用仿真软件完成双重连锁正反转控制电路的布局、连线、运行与排故。



实训 7：三相异步电动机顺序启动控制线路

本节课**主要目的**是让学生独立完成三相异步电动机顺序启动控制线路的接线、运行，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

任务描述：

用仿真软件完成顺序启动控制线路的接线、运行。

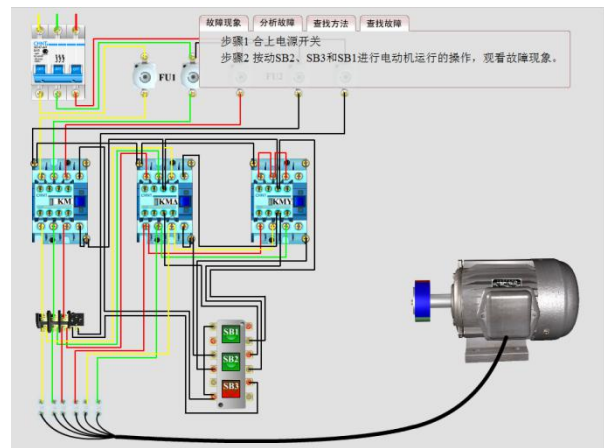
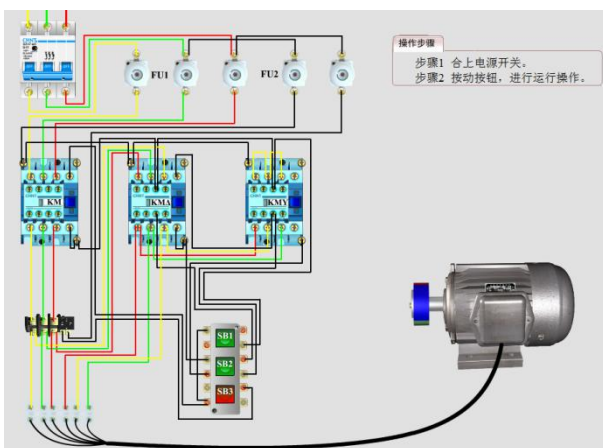
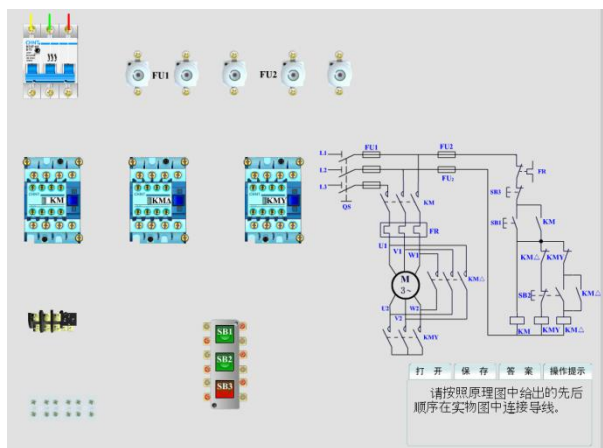
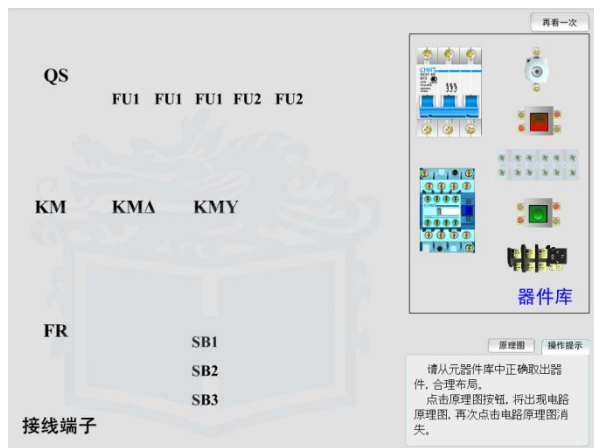
原理图 (提示区)		接线图 (操作区)	
<p>试验 12：自动顺序启动控制</p>			
操作提示	请选择布线方式！		
元件介绍 布线原则 手动布线		自动布线 运行演示 返回目录	

实训 8：三相异步电动机星角降压启动控制电路

本节课主要目的是让学生独立完成三相异步电动机星角降压启动控制电路的布局、连线、运行与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

任务描述：

用仿真软件完成星角降压启动控制电路的布局、连线、运行与排故。



机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《电机与电气控制》

实训项目：

实训 1：自锁控制/点动与正常工作的联锁控制

实训 2：多地控制/顺序启动的联锁控制

实训 3：互锁控制/行程控制

实训 4：时间顺序控制

实训 5：三相异步电动机的 Y— Δ 降压启动控制

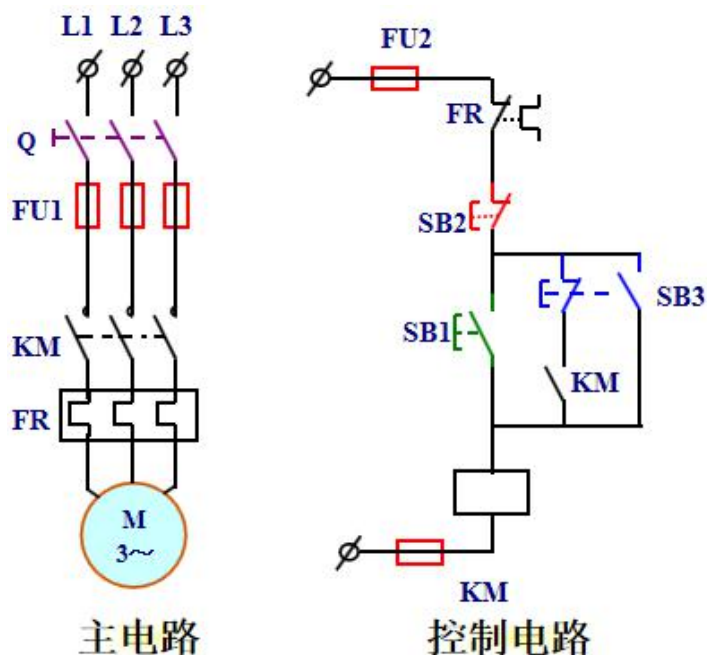
实训 6：三相异步电动机反接制动控制电路

实训 7：三相异步电动机的变极调速控制电路

实训 1：自锁控制/点动与正常工作的联锁控制

本节课**主要目的**是让学生独立完成按钮切换的点动与自锁的连锁控制线路的安装、检测、调试与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

以下为电气原理图：



学生**分组**独立完成实训任务，教师应**巡回指导**。

接线完毕后学生必须**不带电自检**（万用表），检查无误在指导教师监督下方可通车试电，以防止错接、漏接，造成不能正常运转或短路事故。

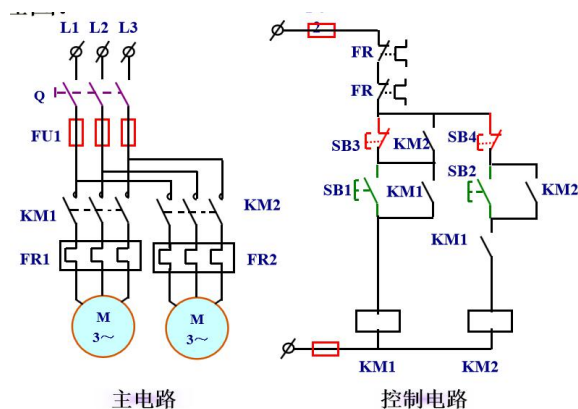
若电路运行**有故障**，应对照电器原理图使用万用表查找故障原因，修改后再次在指导教师监督下通车试电，排除故障后**应在实训报告中填写故障现象及原因**。

学生在实训完成后独立完成自己的实训报告并上交。实训报告内容按照教师要求必须有故障检测与排除部分内容。

实训 2：顺序启动的联锁控制

本节课**主要目的**是让学生独立完成顺序启动控制线路的安装、检测、调试与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

以下为电气原理图：



学生**分组独立完成**实训任务，教师应**巡回指导**。

接线完毕后学生必须**不带电自检**（万用表），检查无误在指导教师监督下方可通车试电，以防止错接、漏接，造成不能正常运转或短路事故。

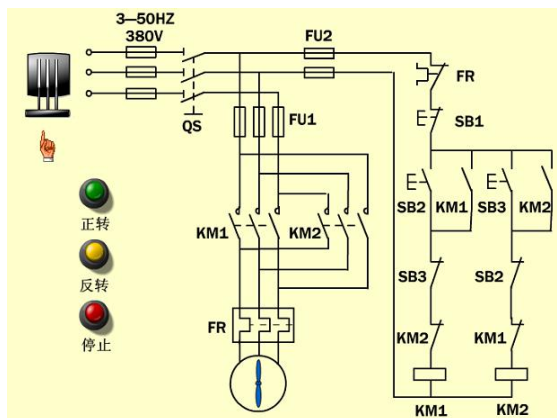
若电路**运行有故障**，应对照电器原理图使用万用表查找故障原因，修改后再次在指导教师监督下通车试电，排除故障后**应在实训报告中填写故障现象及原因**。

学生在实训完成后独立完成自己的实训报告并上交。实训报告内容按照教师要求必须有故障检测与排除部分内容。

实训 3：互锁控制

本节课**主要目的**是让学生独立完成正反转互锁控制的线路安装、检测、调试与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

以下为电气原理图：



学生**分组独立完成**实训任务，教师应**巡回指导**。

接线完毕后学生必须**不带电自检**（万用表），检查无误在指导教师监督下方可通车试电，以防止错接、漏接，造成不能正常运转或短路事故。

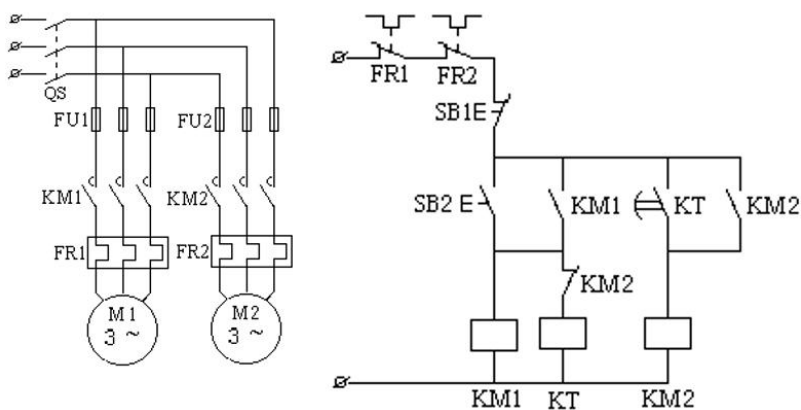
若电路**运行有故障**，应对照电器原理图使用万用表查找故障原因，修改后再次在指导教师监督下通车试电，排除故障后**应在实训报告中填写故障现象及原因**。

学生在实训完成后独立完成自己的实训报告并上交。实训报告内容按照教师要求必须有故障检测与排除部分内容。

实训 4：时间顺序控制

本节课**主要目的**是让学生独立完成时间顺序控制的线路安装、检测、调试与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

以下为电气原理图：



学生**分组独立**完成实训任务，教师应**巡回指导**。

接线完毕后学生必须**不带电自检**（万用表），检查无误在指导教师监督下方可通车试电，以防止错接、漏接，造成不能正常运转或短路事故。

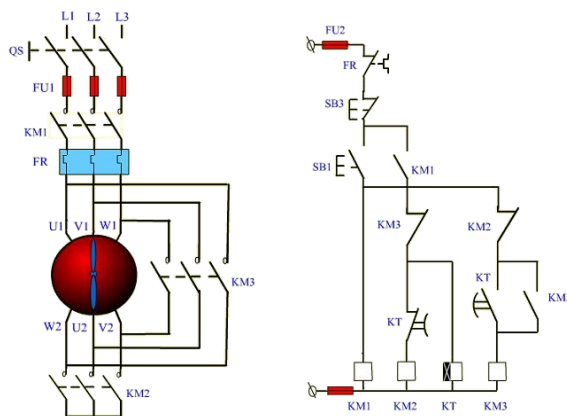
若电路**运行有故障**，应对照电器原理图使用万用表查找故障原因，修改后再次在指导教师监督下通车试电，排除故障后**应在实训报告中填写故障现象及原因**。

学生在实训完成后**独立完成**自己的实训报告并上交。实训报告内容按照教师要求必须有故障检测与排除部分内容。

实训 5：三相异步电动机的 Y— Δ 降压启动控制

本节课**主要目的**是让学生独立完成 Y— Δ 降压启动的线路安装、检测、调试与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

以下为电气原理图：



学生**分组独立完成**实训任务，教师应**巡回指导**。

接线完毕后学生必须**不带电自检**（万用表），检查无误在指导教师监督下方可通车试电，以防止错接、漏接，造成不能正常运转或短路事故。

若电路**运行有故障**，应对照电器原理图使用万用表查找故障原因，修改后再次在指导教师监督下通车试电，排除故障后**应在实训报告中填写故障现象及原因**。

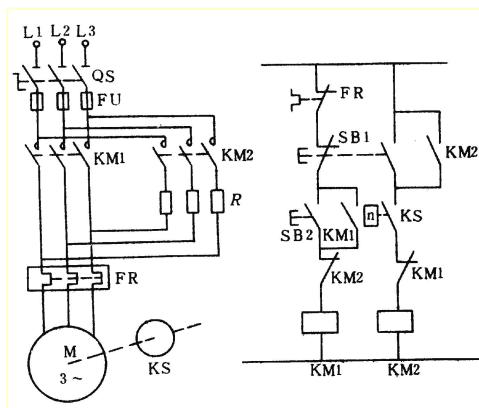
学生在实训完成后独立完成自己的实训报告并上交。实训报告内容按照教师要求必须有故障检测与排除部分内容。

实训结束，督促学生拆除所安装导线，整理后放到指定位置，整理电气柜及工具，恢复原状。

实训 6：三相异步电动机反接制动控制电路

本节课**主要目的**是让学生独立完成电源反接制动控制线路安装、检测、调试与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

以下为电气原理图：



学生**分组独立完成实训任务**，教师应**巡回指导**。

接线完毕后学生必须**不带电自检**（万用表），检查无误在指导教师监督下方可通车试电，以防止错接、漏接，造成不能正常运转或短路事故。

若电路**运行有故障**，应对照电器原理图使用万用表查找故障原因，修改后再次在指导教师监督下通车试电，排除故障后**应在实训报告中填写故障现象及原因**。

学生在实训完成后独立完成自己的实训报告并上交。实训报告内容按照教师要求必须有故障检测与排除部分内容。

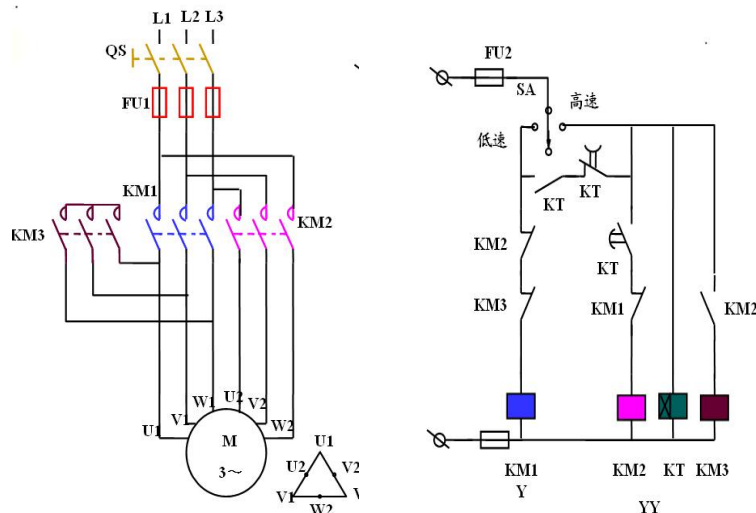
注意：使用万用表检测电路时应注意制动电阻部分。

实训结束，督促学生拆除所安装导线，整理后放到指定位置，整理电气柜及工具，恢复原状。

实训 7：三相异步电动机的变极调速控制电路

本节课**主要目的**是让学生独立完成变极调速控制线路安装、检测、调试与排故，进一步加深其对典型控制线路的理解和应用能力。

以下为电气原理图：



学生**分组独立**完成实训任务，教师应**巡回指导**。

接线完毕后学生必须**不带电自检**（万用表），检查无误在指导教师监督下方可通车试电，以防止错接、漏接，造成不能正常运转或短路事故。

若电路**运行有故障**，应对照电器原理图使用万用表查找故障原因，修改后再次在指导教师监督下通车试电，排除故障后**应在实训报告中填写故障现象及原因**。

学生在实训完成后**独立完成**自己的实训报告并上交。实训报告内容按照教师要求必须有故障检测与排除部分内容。

实训结束，督促学生拆除所安装导线，整理后放到指定位置，整理电气柜及工具，恢复原状。

机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《单片机应用技术》

实训项目：

实训 1：单片机开发环境的使用及点亮 LED

实训 2：闪烁单个 LED

实训 3：控制 8 个 LED 闪烁

实训 4：流水灯

实训 5：模拟汽车转向灯控制设计

实训 6：按键控制花样霓虹灯设计

实训 1 单片机开发环境的使用及点亮 LED

一、实训目的

- 1、了解单片机开发系统的各主要组成部分，包括 PC 和实训开发系统；
- 2、掌握安装和使用单片机开发编程软件 Keil C51 软件的方法；
- 3、了解 51 单片机的内部结构；
- 4、掌握点亮单个 LED 的 C 语言编程；
- 5、掌握输入和调试程序，将程序下载至单片机的方法。

二、实训仪器

- 1、KST-51 单片机实训开发板 1 块
- 2、PC 机 1 台

三、实训过程

- 1、单片机开发编程软件 Keil C51 软件的下载和安装；
- 2、熟悉软件界面及使用方法；
- 3、输入点亮单个 LED 的 C 语言及编译调试程序；
- 4、连接 PC 和 KST-51 单片机实训开发板，下载程序至单片机，点亮单个 LED；

四、程序

- 1、位操作：

```

01 /*
02 *****
03 * 文件名: LED1.c
04 * 描 述: 点亮一个LED示例(位操作)
05 *****
06 */
07
08 #include <reg52.h>    //包含特殊功能寄存器定义的头文件
09
10 sbit LED = P0^0;      //位地址声明,注意:sbit必须小写、P大写!
11 sbit ADDR0 = P1^0;
12 sbit ADDR1 = P1^1;
13 sbit ADDR2 = P1^2;
14 sbit ADDR3 = P1^3;
15 sbit ENLED = P1^4;
16
17 void main()
18 {
19     ENLED = 0;
20     ADDR3 = 1;
21     ADDR2 = 1;
22     ADDR1 = 1;
23     ADDR0 = 0;
24     LED = 0;          //点亮小灯
25     while (1);       //程序停止在这里
26 }
    
```

2、总线操作:

```

01 /*
02 *****
03 * 文件名: LED2.c
04 * 描 述: 点亮一个LED示例(总线操作)
05 *****
06 */
07
08 #include <reg52.h>    //包含特殊功能寄存器定义的头文件
09
10 sbit ADDR0 = P1^0;
11 sbit ADDR1 = P1^1;
12 sbit ADDR2 = P1^2;
13 sbit ADDR3 = P1^3;
14 sbit ENLED = P1^4;
15
16 void main()
17 {
18     ENLED = 0;
19     ADDR3 = 1;
20     ADDR2 = 1;
21     ADDR1 = 1;
22     ADDR0 = 0;
23     P0=0xfe;          //点亮小灯
24     while (1);       //程序停止在这里
25 }
    
```


四、软件安装步骤

1、首先准备 KEIL uVision4 安装源文件，双击安装文件，弹出安装的欢迎界面，如图 1 所示。

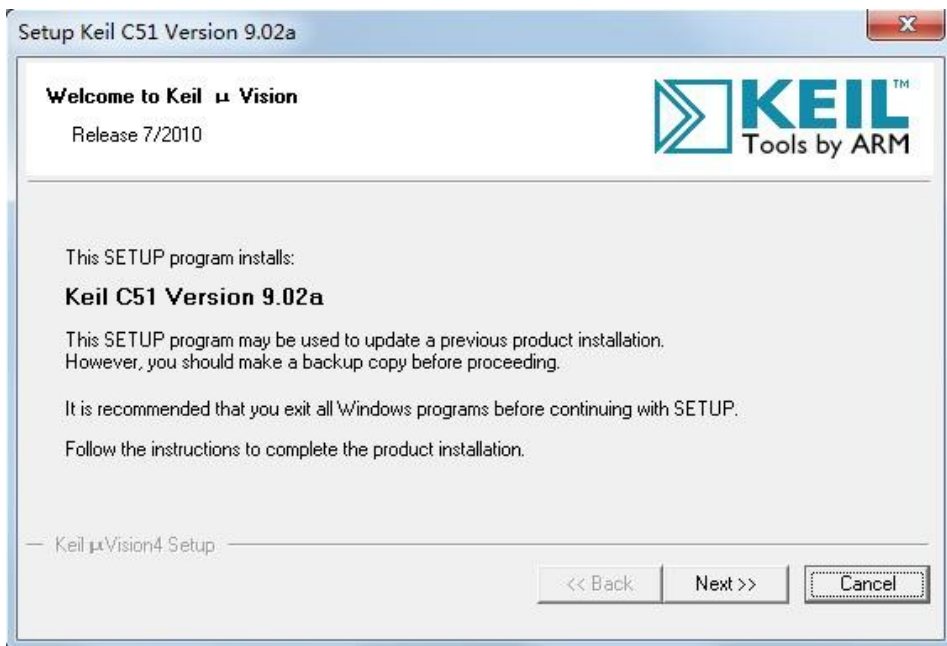


图 1 Keil 安装欢迎界面

2、点击“Next”按钮，弹出“License Agreement”对话框，如图 2 所示，这里显示一些用户安装协议，我们在“I agree …”打勾。



图 2 “License Agreement”对话框

3、点击“Next”按钮，弹出“Folder Selection”对话框，如图 3 所示。这里可以设置安装路径，默认安装路径在“C:\Keil”文件夹下。点击“Browse”按钮，可以修改安装路径，这里建议大家用默认的安装路径，如果你要修改，也必须使用英文路径，不要使用包含有中文字符的

路径。

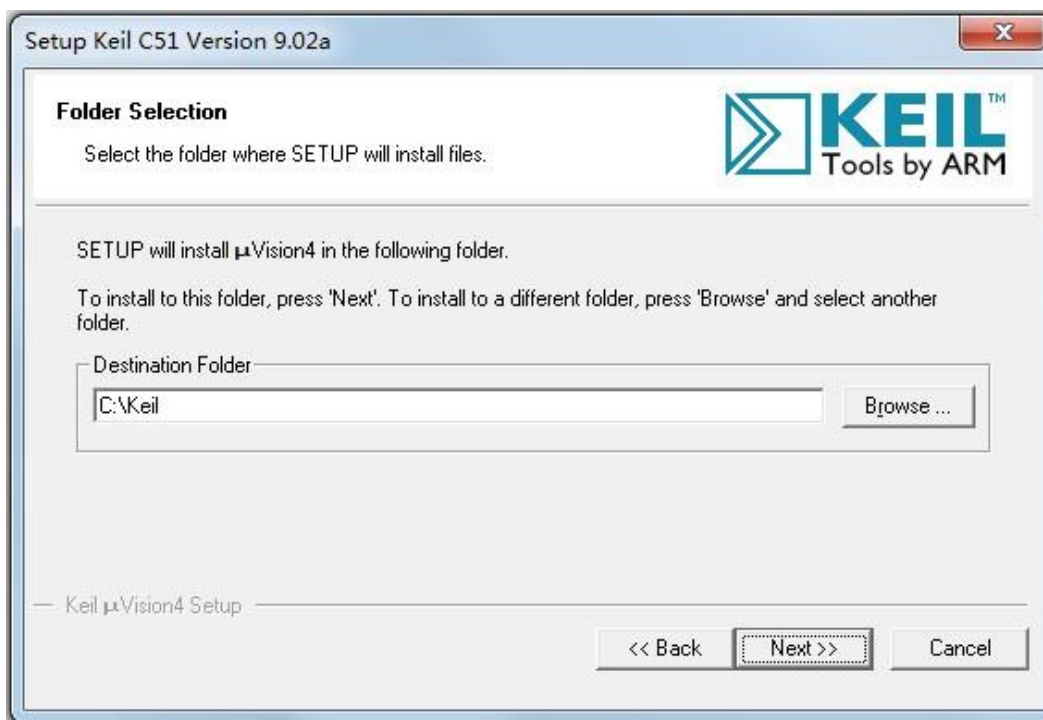


图 3 “Folder Selection” 对话框

4、点击“Next”按钮，弹出“Customer Information”对话框，如图 4 所示。大家输入用户名、公司名称以及 E-mail 地址即可。

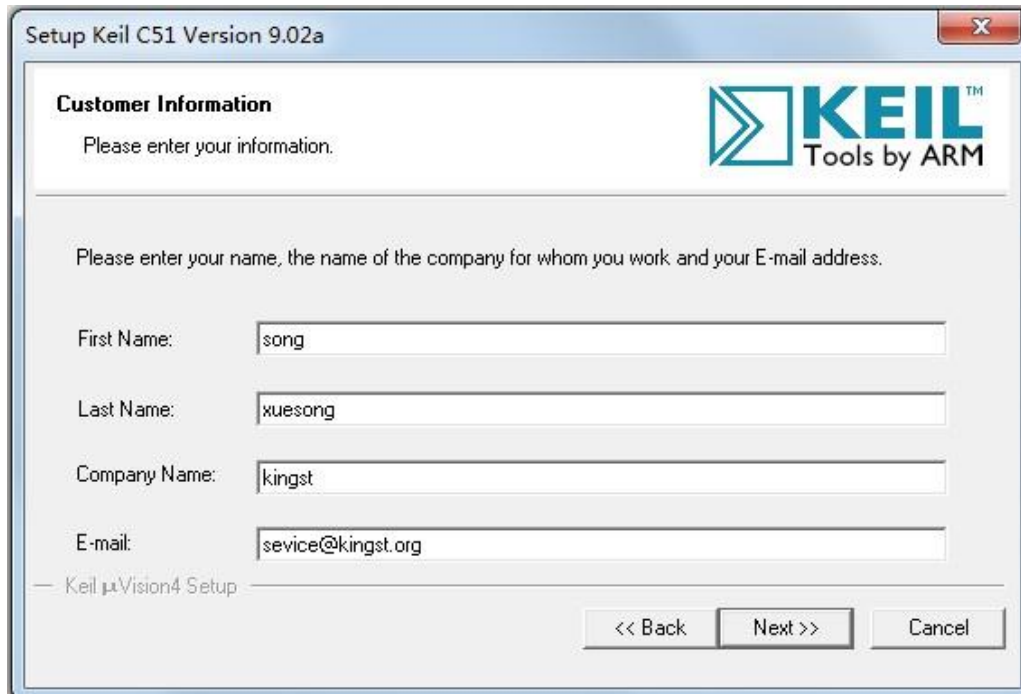


图 4 用户信息

5、单击“Next”，就会自动安装软件，如图 5 所示。

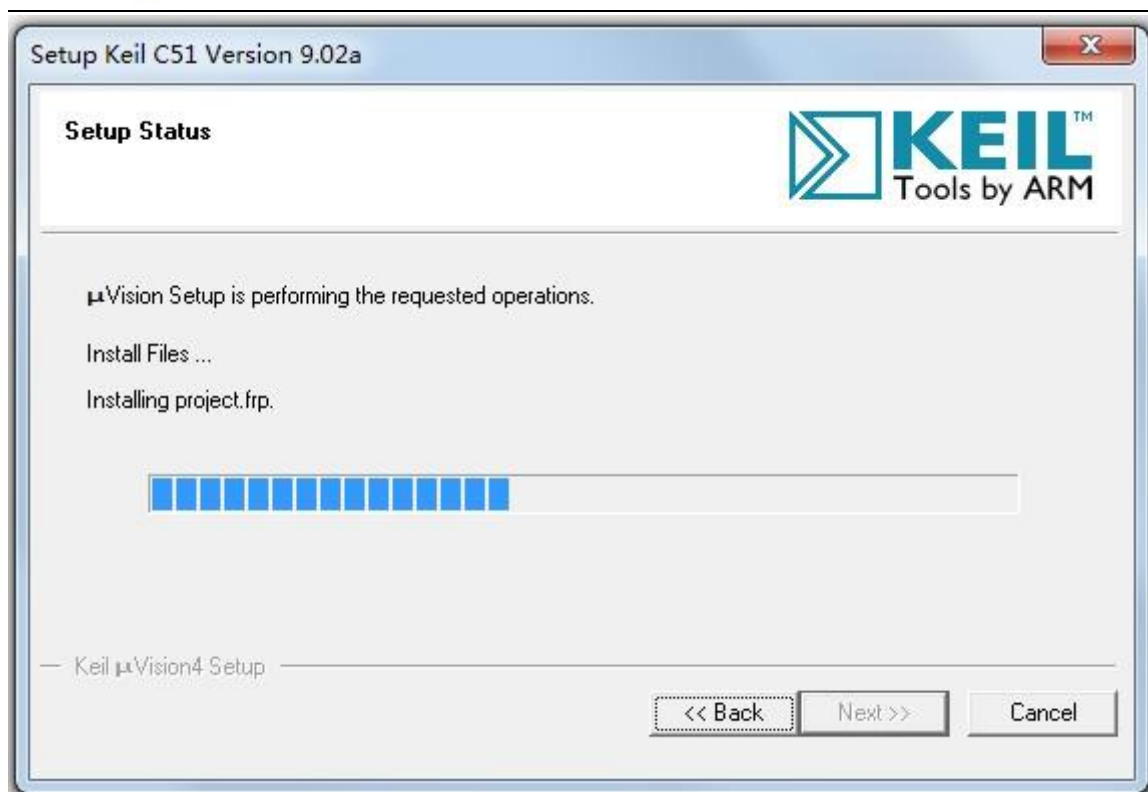


图 5 安装过程

6、安装完成后，弹出来安装完成对话框，如图 6 所示，并且出现几个选项，大家刚开始把这几个选项的对号全部去掉就可以了，暂时先不用关注他有什么作用。

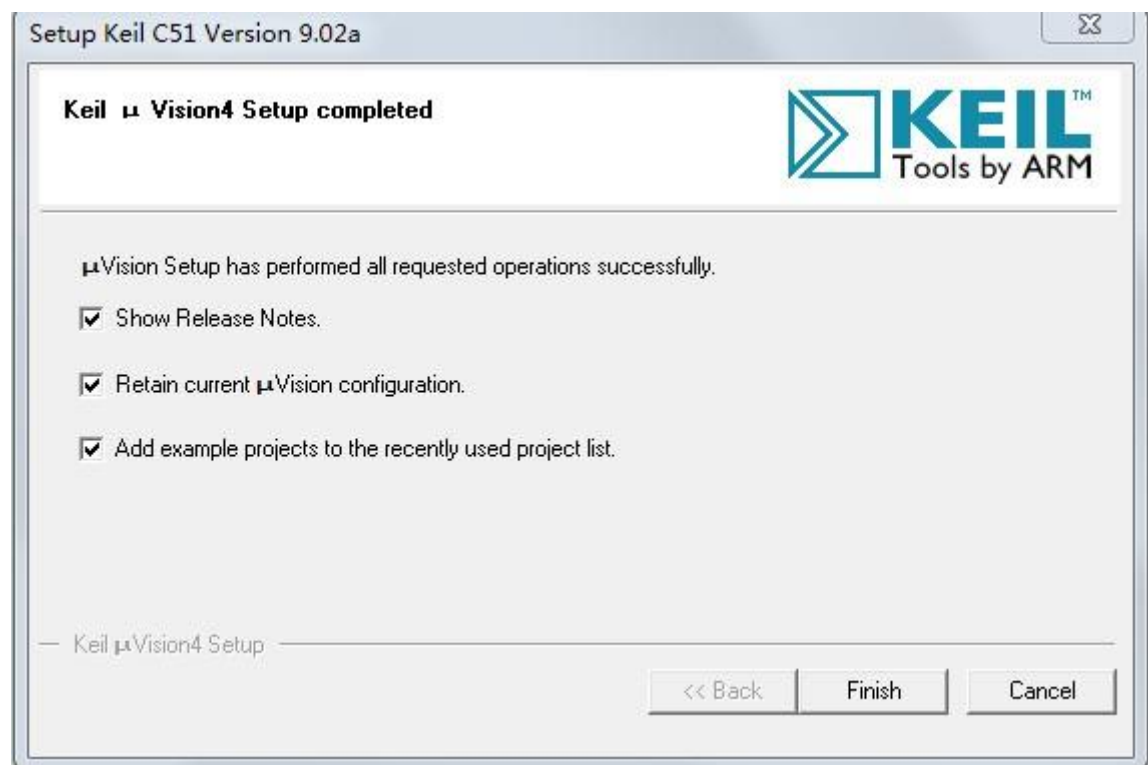


图 6 安装完成

7、最后，点击“Finish”，Keil 编程软件开发环境就这么装好了。

五、软件使用步骤

1、新建一个工程：对于单片机程序来说，每个功能程序，都必须要有个配套的工程文件(Project)，即使是点亮 LED 这样简单的功能程序也不例外，因此我们首先要新建一个工程，打开我们的 Keil 软件后，点击：Project→New uVision Project... 然后会出现一个新建工程的界面，如图 7 所示。

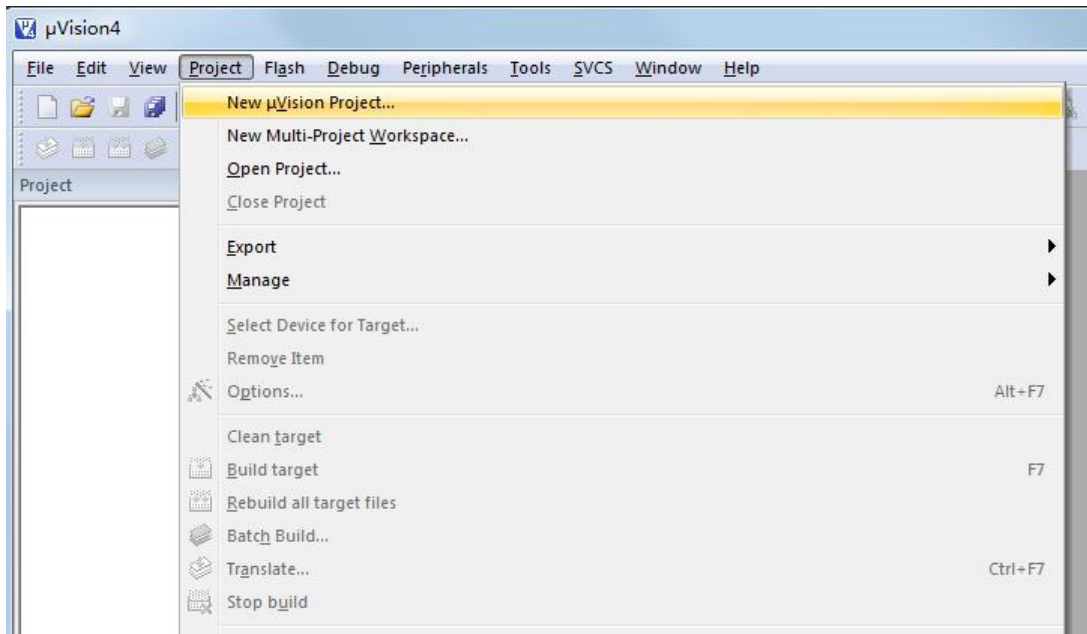


图 7 新建一个工程

我们首先改一下路径，改到了我们预先建立好的 LED 文件夹内，这样方便我们今后管理我们的程序，不同的功能程序放到不同的文件夹下，并且给这个工程起一个名字叫做 LED，软件会自动加扩展名为.uvproj。

我们直接点保存就可以了，工程会自动保存成 LED.uvproj 文件，下次你要打开 LED 这个工程，可以直接找到文件夹，双击这个.uvproj 文件就可以直接打开了。

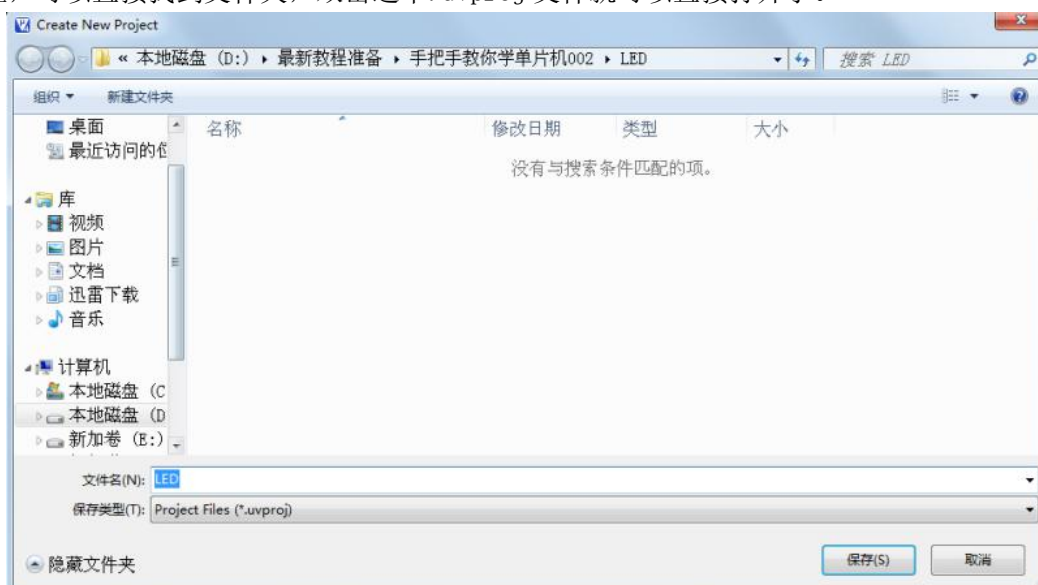


图 8 保存工程

保存之后会弹出一个对话框，这个对话框让我们选择单片机型号。因为 Keil 这软件是外国人开发的，所以我们国内的 STC89C52RC 没有上榜，但是只要选择同类型号就可一样编程和应用，所以这里我们直接选择 ATMEL 公司名下的 89C52 来代替，这个选项的选择对于我们后边的编程是没有什么影响的。

点 OK 之后，会弹出一个对话框，如图 9 所示，这个地方会有部分启动代码，如果点“否”编译器会自动处理这个问题，如果点“是”，这部分代码会提供给我们用户，我们用户就可以自己去处理这部分代码，那这部分代码在我们初学 51 的这个时间段，我们一般是不需要去修改的，但是随着技术的提高和知识的扩展，我们有可能会了解这块内容，因此这个地方我们选一下“是”，让这段代码出现，但是我们暂时不需要修改它，大家知道这么回事就可以了。

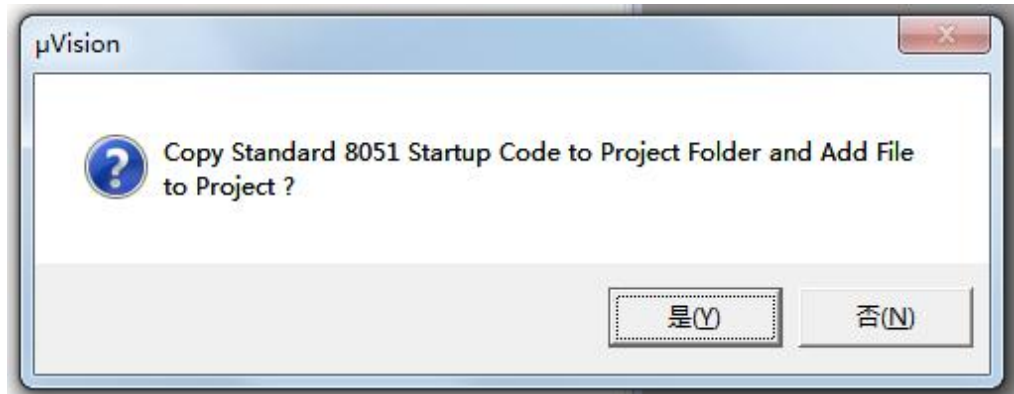


图 9 初始化文件选择

这样工程就建立好了，如图 10 所示，如果我们点击 Target 1 左边的加号，会出现我们刚才加入的初始化文件 STARTUP.A51，这个我们先不管。

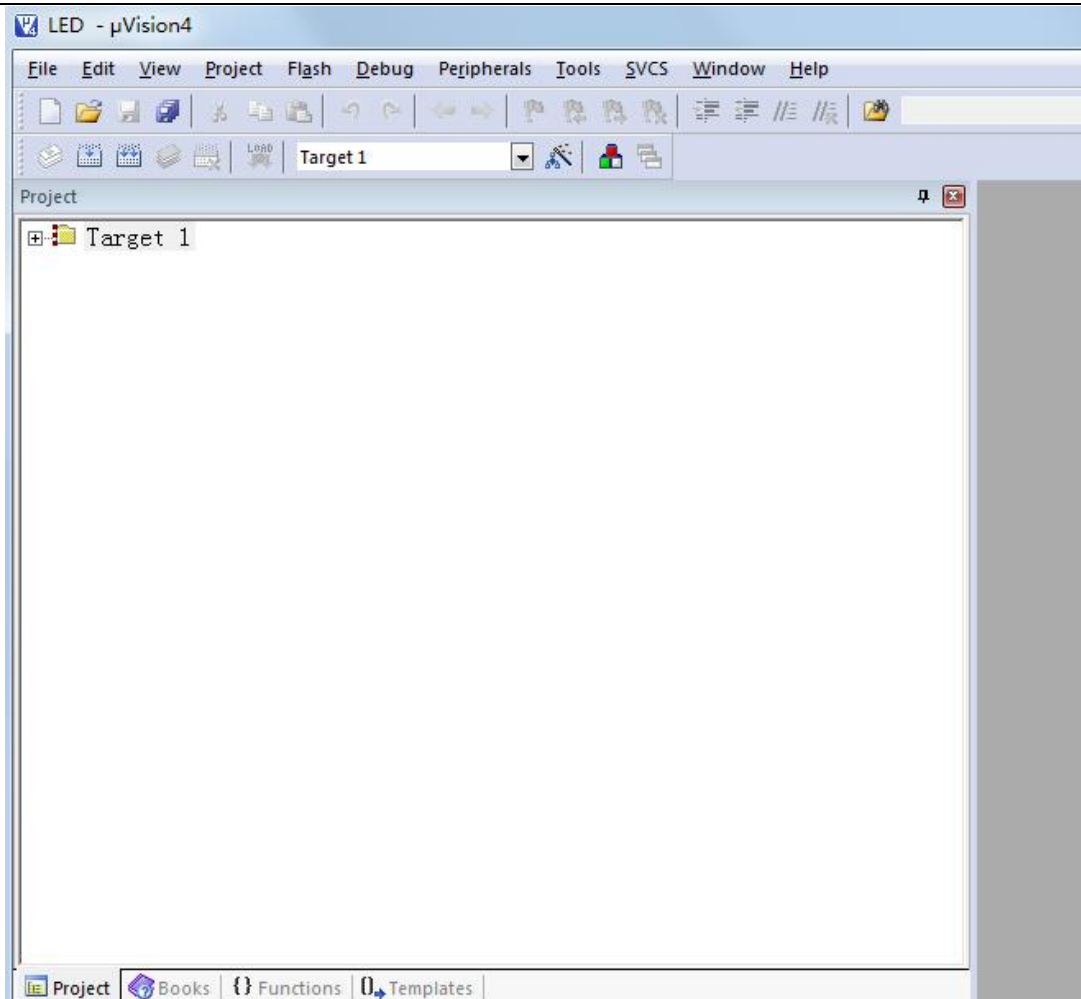


图 10 工程文件

工程有了之后，我们要建立编写代码的文件，点击 File-->New，新建一个文件，也就是我们编写程序的平台。然后点 File-->Save 或者直接点击那个 Save 的快捷键，可以保存文件并且命名为 LED.C，这个地方必须加上.C 了，因为如果写汇编语言，这个地方的扩展名是.ASM，头文件就是.H 等等，我们编写的是 C 语言程序，这个地方必须自己添加文件的扩展名.C，如图 12 所示。



图 11 新建文件

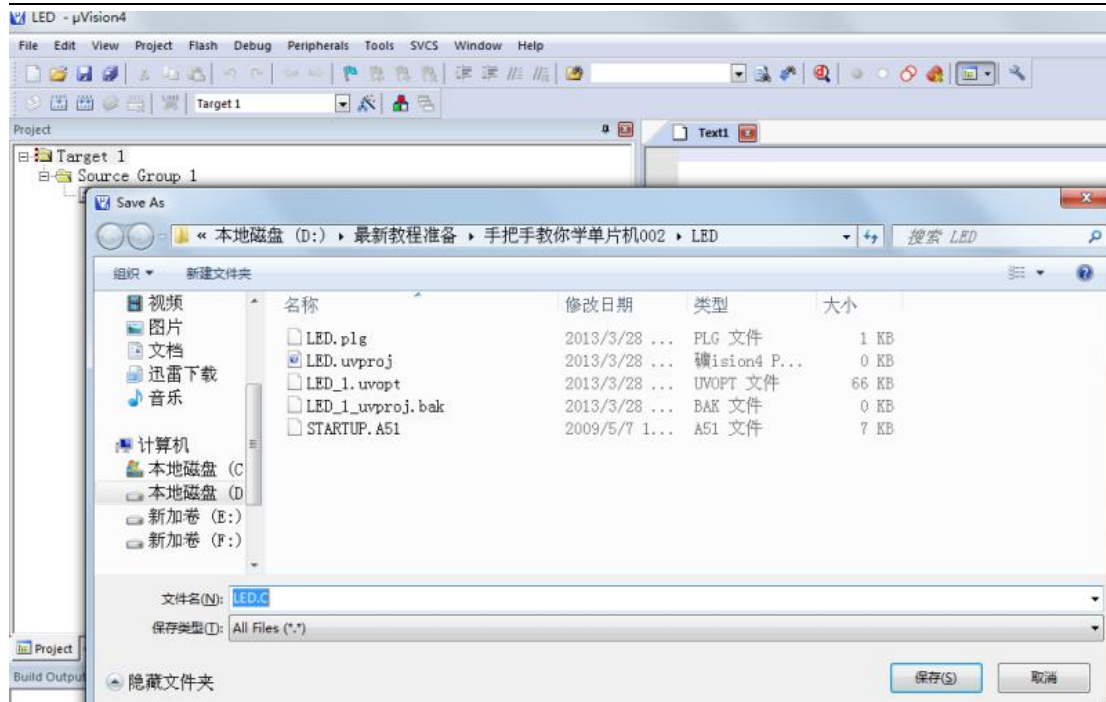


图 12 保存文件

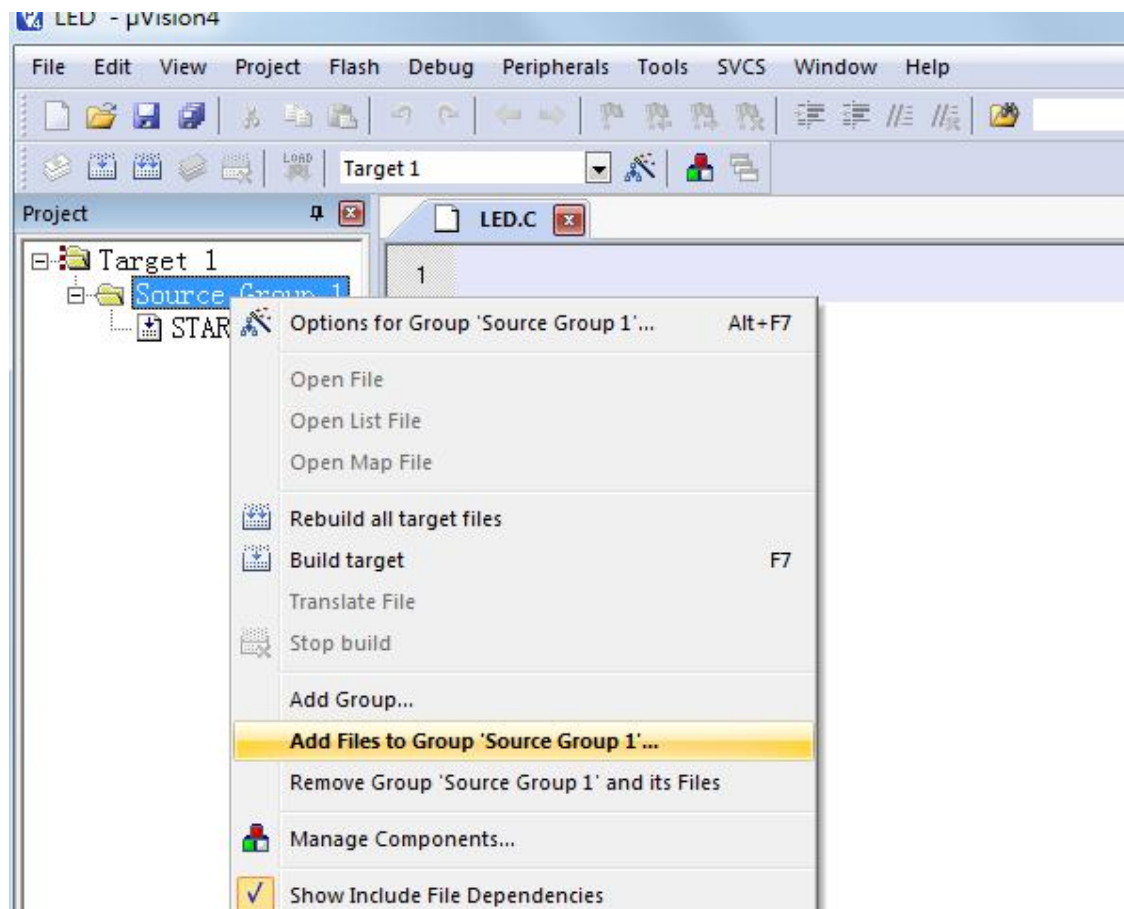


图 13 添加文件(一)

程序编好后，我们要对我们的程序编译进行编译，生成我们需要的可以下载到单片机里的文件，在编译之前，我们先要勾选一个选项，Project→Options for Target ‘Target1’ ...，或者直接点图 15 中的快捷图标：

现在我们就可以在我们建立好的文件中输入我们编写的程序了，在编写之前还有个工作要做。我们每做一个功能程序，必须要新建一个工程，一个工程代表了单片机要实现的一个功能。但是一个工程，有时候我们可以把我们的程序分多个文件写，所以每写一个文件，我们都要添加到我们所建立的工程中去，鼠标右键点 Source Group 1，点 Add Files to Group ‘Source Group 1’，单击 LED.C 然后点 Add，或者双击 LED.C 都可以将文件加入到这个工程下，然后点 Close，关闭添加。这个时候大家会看到在 Source Group 1 下边又多了一个 LED.C 文件。

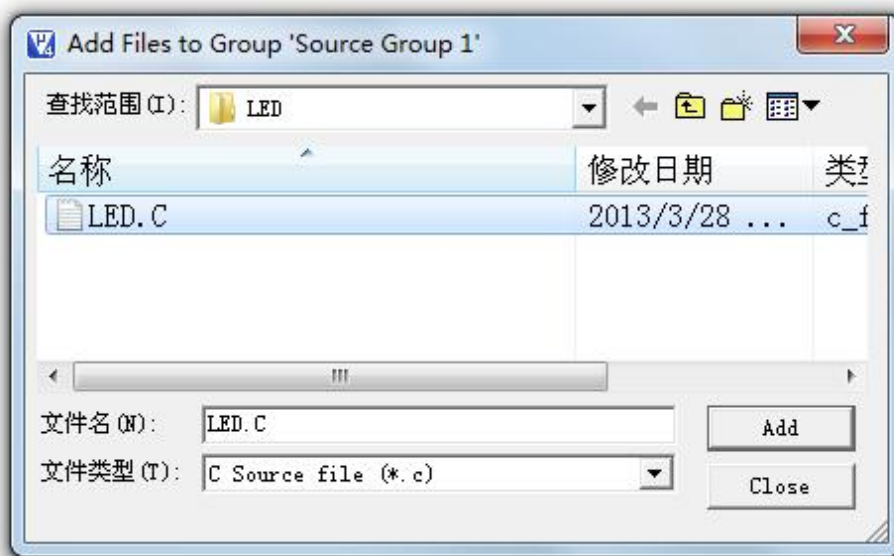


图 14 添加文件(二)

准备工作做好后，就可以编写我们的程序代码了。

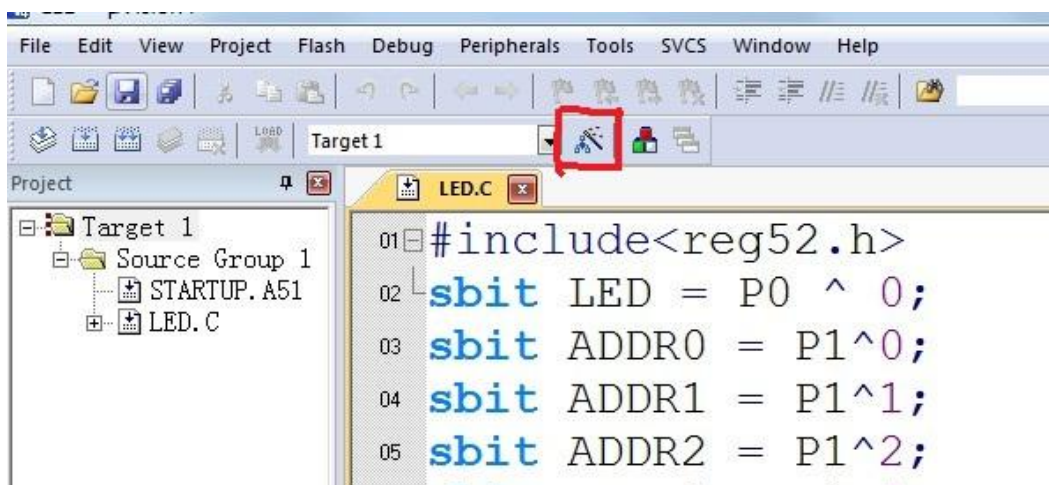


图 15 Options for Target

在弹出的对话框中，点击 Output 选项页，勾选其中的“Create HEX File”复选框，然后点 OK。

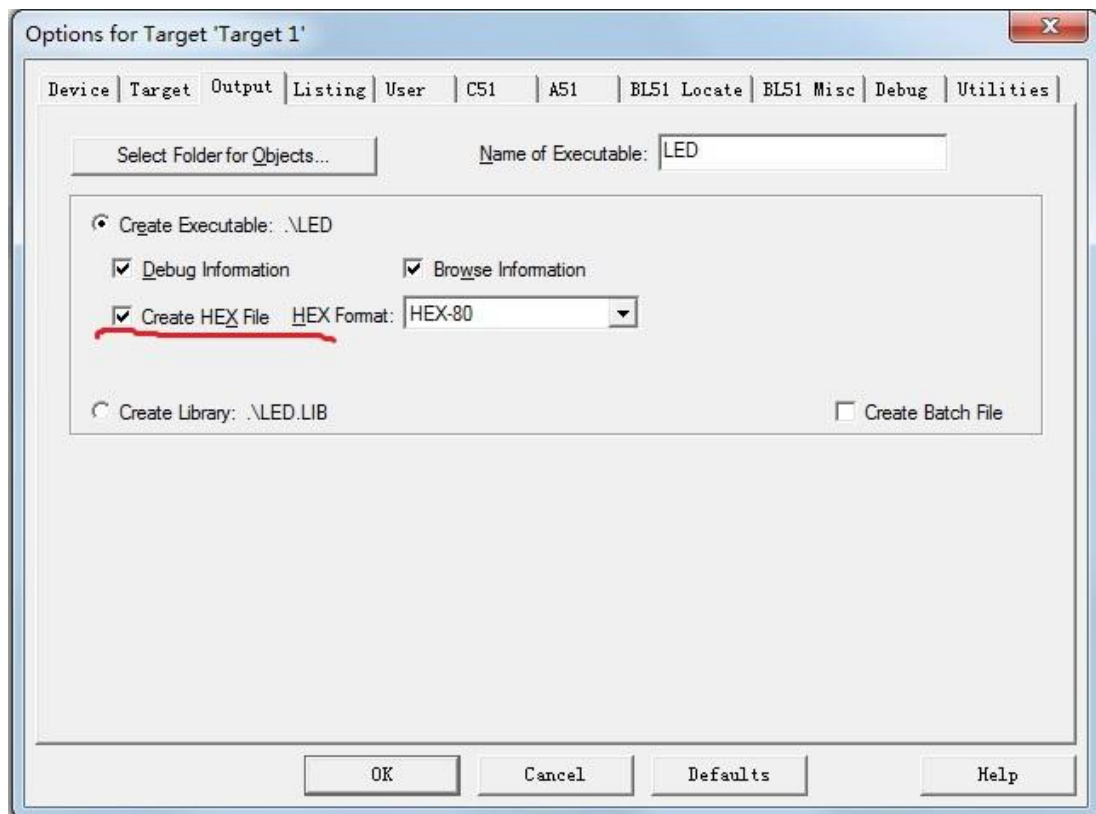


图 16 创建 HEX 选项配置

设置好以后呢，点击“Project-->rebuild all target files”，或者鼠标点击图 17 上的快捷图标。

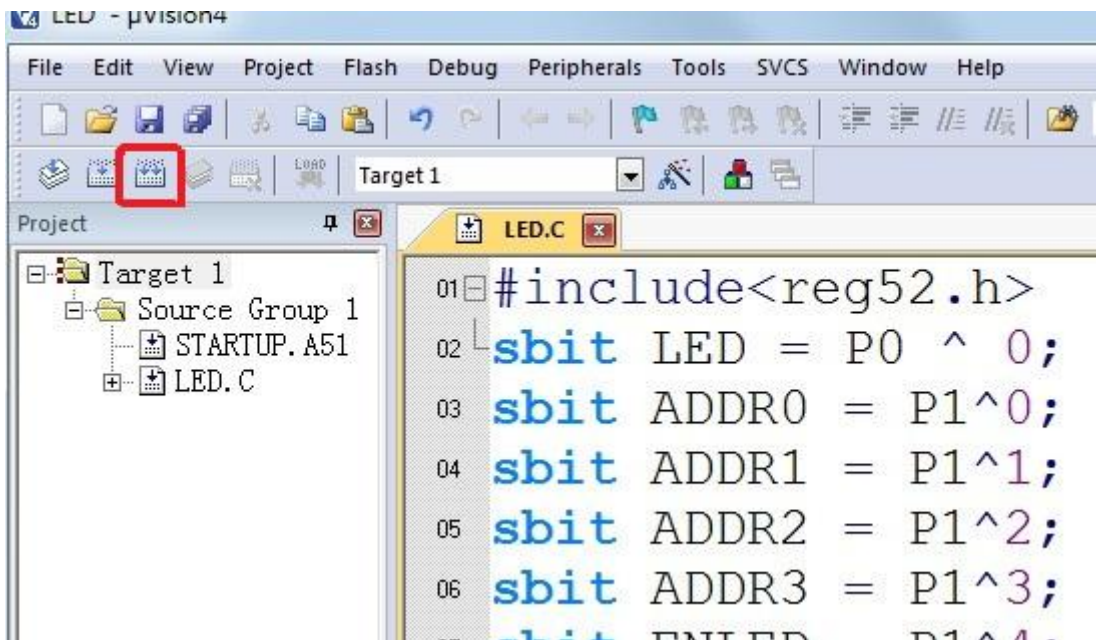


图 17 编译程序

编译完成后，在我们的 Keil 下方的 Output 窗口会出现相应的提示，大家注意看图 18，这个窗口告诉我们编译完成后的情况，data=9.0，指的是我们的程序使用了单片机内部的 256 字节 RAM 资源中的 9 个字节，code=29 的意思是使用了 8K 代码 Flash 资源中的 29 个字节。当提

示 0 Error, 0 warning 表示我们的程序没有错误和警告, 就会出现 creating hex file from “LED”, 意思是从当前工程生成了一个 HEX 文件, 我们下载给单片机的就是这个 HEX 文件。如果出现有错误和警告提示的话, 就是 Error 和 warning 不是 0, 那么我们要对我们的程序进行检查, 找出问题, 解决好了再进行编译产生 HEX 才可以。这样就编译好了, 下边我们就可以把我们编译好的程序文件下载到单片机里边了。

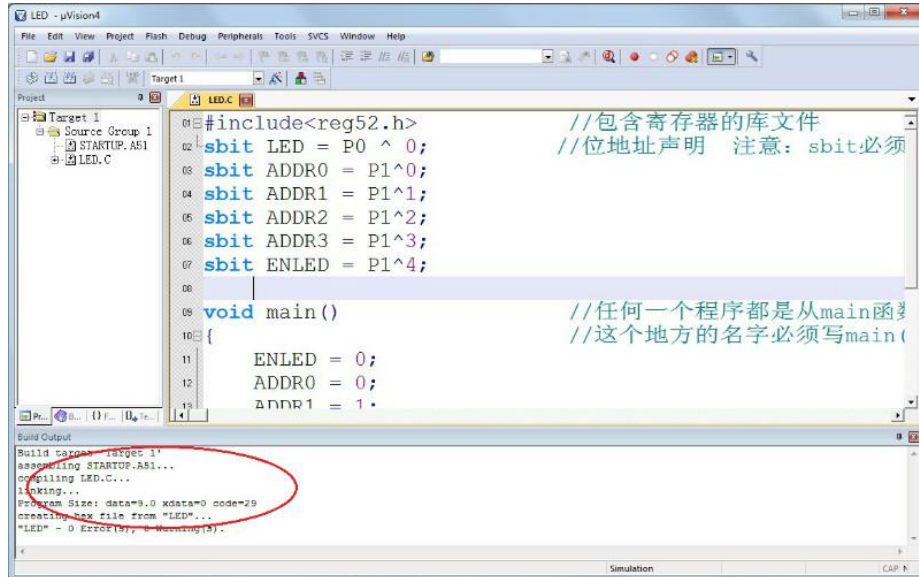


图 18 编译输出信息

六、用 STC-ISP 下载软件实现程序下载步骤

第一步, 选择单片机型号, 我们现在用的单片机型号是 STC89C52RC;

第二步, 点击“打开程序文件”, 找到我们刚才建立工程的那个 LED 文件夹下, 找到 LED.HEX 这个文件, 点击打开;

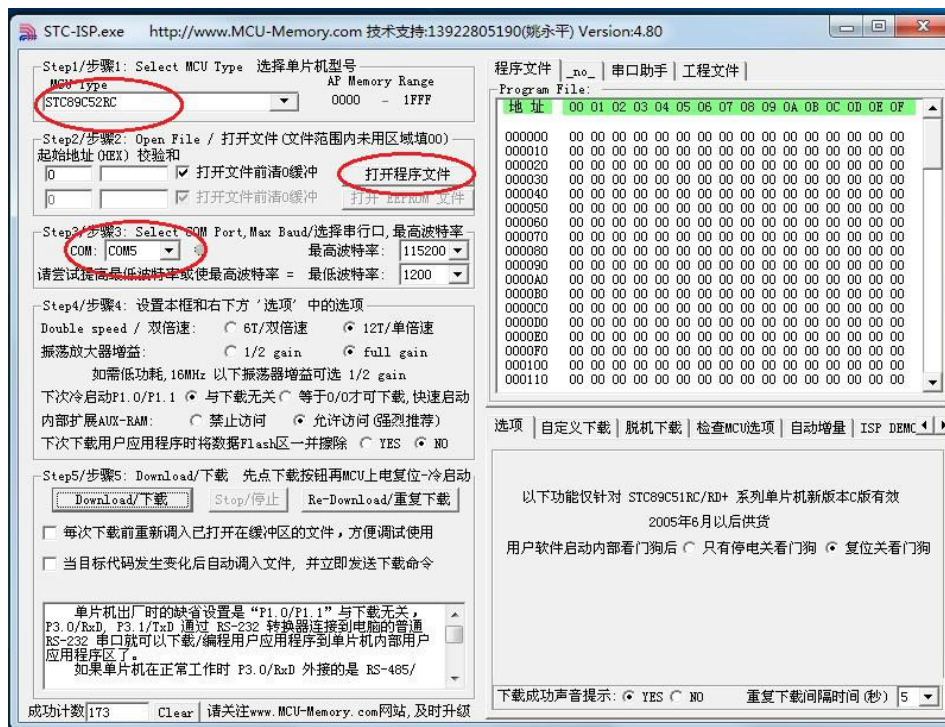


图 19 程序下载设置

第三步，选择正确的 COM 口，这个 COM 口在装好驱动插上板子后，在电脑上的设备管理器里才会出现，波特率我们使用默认的就行了；

第四步，因为 STC 单片机要冷启动下载，就是先点下载，然后给单片机上电，所以我们先关闭板子上的电源开关，然后点击“Download/下载”，等待软件提示你请上电后，然后再打开板子开关，就可以将程序下载到单片机里边，当软件显示“已加密”就表示程序成功下载。

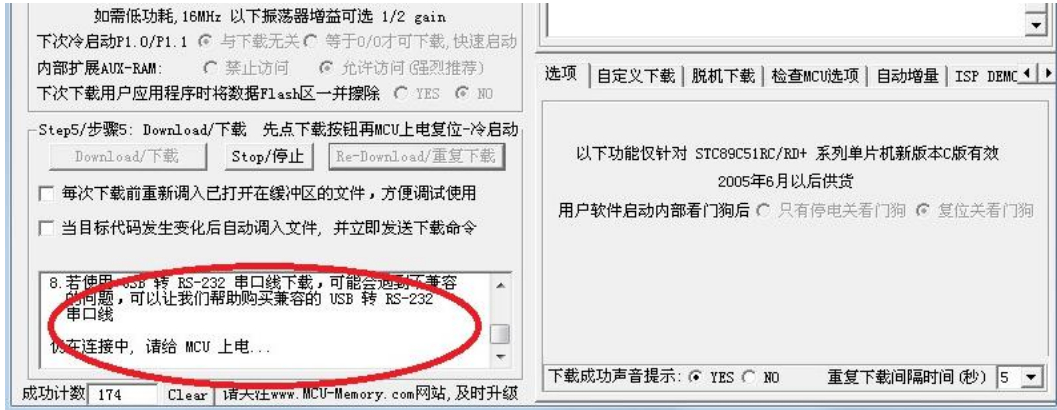


图 20 程序下载过程

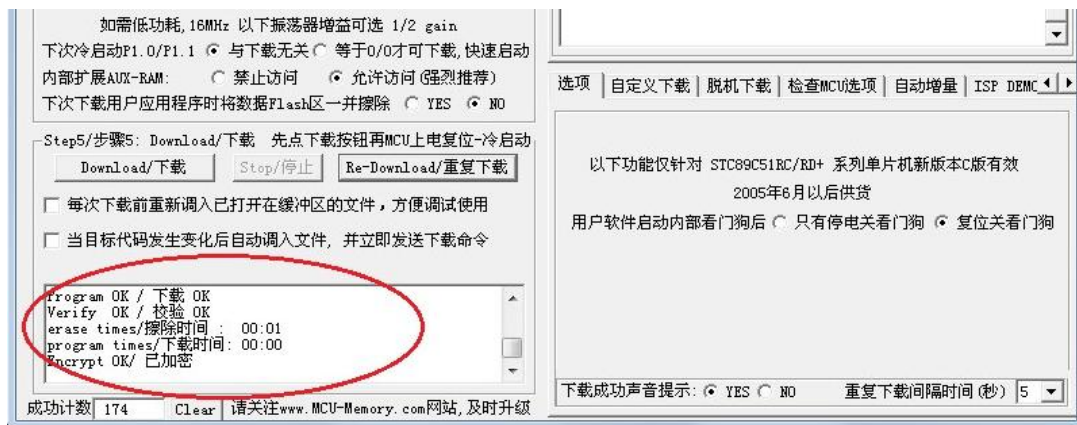


图 21 程序下载完毕

程序下载完毕后，程序会自动运行。

实训 2 闪烁单个 LED

一、实训目的

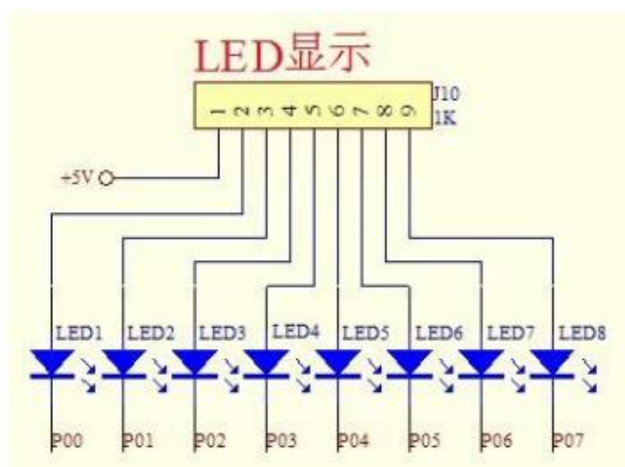
- 1、掌握 Keil C51 软件的使用；
- 2、熟悉 C51 程序的设计方法；
- 3、掌握 While、for 语句的使用，延时子程序的编写及调用方法。

二、实训仪器

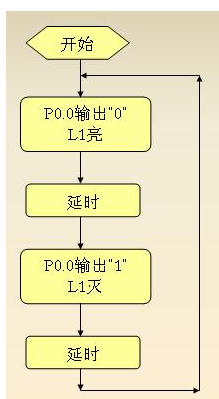
- 1、KST-51 单片机实训开发板 1 块
- 2、PC 机 1 台

三、实训过程

- 1、Keil C51 软件的使用；
- 2、C51 程序的设计方法；
- 3、While、for 语句的使用，延时子程序的编写及调用方法；
- 4、LED 电路图



- 5、编写程序：CPU 89C52 的振荡频率为 11.0592MHz，使发光二极管闪烁需要一个延时子程序 DELAY。



- 6、调试程序
- 7、下载程序
- 8、运行单片机, 观察实训结果

四、程序

1、C 程序 1: 位操作、While 语句延时

```

01 /*
02 *****
03 * 文件名: LEDS1.c
04 * 描 述: 闪烁一个LED示例(位操作+while延时)
05 *****
06 */
07
08 #include <reg52.h>    //包含特殊功能寄存器定义的头文件
09
10 sbit LED = P0^0;      //位地址声明, 注意: sbit必须小写、P大写!
11 sbit ADDR0 = P1^0;
12 sbit ADDR1 = P1^1;
13 sbit ADDR2 = P1^2;
14 sbit ADDR3 = P1^3;
15 sbit ENLED = P1^4;
16
17 void main()
18 {
19     ENLED = 0;
20     ADDR3 = 1;
21     ADDR2 = 1;
22     ADDR1 = 1;
23     ADDR0 = 0;
24     unsigned int a;    //定义无符号整型变量a
25     while(1)
26     {
27         a = 50000;     //设初值
28         LED = 0;       //点亮小灯
29         while(a--);   //延时
30         a = 50000;     //设初值
31         LED = 1;       //熄灭小灯
32         while(a--);   //延时
33     }
34 }
    
```

2、C 程序 2: 总线操作、无参数延时子函数

```

01 /*
02 ****
03 * 文件名: LEDS2.c
04 * 描 述: 闪烁一个LED示例(总线操作+无参数延时子函数)
05 ****
06 */
07
08 #include <reg52.h>    //包含特殊功能寄存器定义的头文件
09
10 sbit ADDR0 = P1^0;
11 sbit ADDR1 = P1^1;
12 sbit ADDR2 = P1^2;
13 sbit ADDR3 = P1^3;
14 sbit ENLED = P1^4;
15
16 void delay(void)
17 {
18     unsigned int i;
19     for(i=0;i<20000;i++)
20         ;
21 }
22
23 void main()
24 {
25     ENLED = 0;
26     ADDR3 = 1;
27     ADDR2 = 1;
28     ADDR1 = 1;
29     ADDR0 = 0;
30     while(1)
31     {
32         P0=0xfe;
33         delay();
34         P0=0xff;
35         delay();
36     }
37 }
    
```

3、C 程序 3：总线操作、带参数延时子函数

```
01 /*
02 ****
03 * 文件名: LEDS3.c
04 * 描 述: 闪烁一个LED示例(总线操作+带参数延时子函数)
05 ****
06 */
07
08 #include <reg52.h> //包含特殊功能寄存器定义的头文件
09
10 sbit ADDR0 = P1^0;
11 sbit ADDR1 = P1^1;
12 sbit ADDR2 = P1^2;
13 sbit ADDR3 = P1^3;
14 sbit ENLED = P1^4;
15
16 void delay(unsigned int i)
17 {
18     unsigned int k;
19     for(k=0;k<i;k++)
20         ;
21 }
22
23 void main()
24 {
25     ENLED = 0;
26     ADDR3 = 1;
27     ADDR2 = 1;
28     ADDR1 = 1;
29     ADDR0 = 0;
30     while(1)
31     {
32         P0=0xfe;
33         delay(20000);
34         P0=0xff;
35         delay(20000);
36     }
37 }
```

实训 3 控制 8 个 LED 闪烁

一、实训目的

- 1、掌握 Keil C51 软件的使用；
- 2、熟悉 C51 程序的设计方法
- 3、掌握 C51 程序的调试、诊断和排错方法。

二、实训仪器

- 1、KST-51 单片机实训开发板 1 块
- 2、PC 机 1 台

三、实训过程

- 1、复习上节课单个 LED 闪烁的内容；
- 2、讲解控制 8 个 LED 闪烁的总线操作方式；
- 3、编写程序；
- 4、调试程序；
- 5、连接 PC 和 KST-51 单片机实训开发板，下载程序，接通开发板电源。
- 6、运行单片机，观察实训结果。

四、程序


```
01 /*
02 *****
03 * 文件名: LED8S.c
04 * 描述: 闪烁八个LED示例(总线操作+带参数延时子函数)
05 *****
06 */
07
08 #include <reg52.h> //包含特殊功能寄存器定义的头文件
09 #define uchar unsigned char
10 #define uint unsigned int
11
12 sbit ADDR0 = P1^0;
13 sbit ADDR1 = P1^1;
14 sbit ADDR2 = P1^2;
15 sbit ADDR3 = P1^3;
16 sbit ENLED = P1^4;
17
18 void delay(uint del)
19 {
20     uint i,j;
21     for(i=0;i<del;i++)
22         for(j=0;j<1827;j++)
23             ;
24 }
25
26 void main()
27 {
28     ENLED = 0;
29     ADDR3 = 1;
30     ADDR2 = 1;
31     ADDR1 = 1;
32     ADDR0 = 0;
33     while(1)
34     {
35         /*下面四行用于控制LED每隔一个亮*/
36         P0 = 0xaa;
37         delay(50);
38         P0 = 0x55;
39         delay(50);
40         /*下面四行用于控制LED每隔两个亮*/
41         P0 = 0xcc;
42         delay(50);
43         P0 = 0x33;
44         delay(50);
45         /*下面四行用于控制LED 高四位 或者 低四位亮*/
46         P0 = 0x0f;
47         delay(50);
48         P0 = 0xf0;
49         delay(50);
50         /*下面八行用于控制LED的两次全亮 全灭*/
51         P0 = 0x00;
52         delay(25);
53         P0 = 0xff;
54         delay(25);
55         P0 = 0x00;
56         delay(25);
57         P0 = 0xff;
58         delay(25);
59         delay(200); //延时两秒
60
61     }
62 }
```

实训 4 流水灯

一、实训目的

- 1、掌握单片机基本 I/O 口的使用特点；
- 2、掌握调用 `intrins.h` 中的函数实现循环移位的方法。

二、实训仪器

- 1、KST-51 单片机实训开发板 1 块
- 2、PC 机 1 台

三、实训过程

- 1、单片机基本 I/O 口的使用特点；
- 2、编写程序 1 使发光二极管指示灯循环点亮。
- 3、连接 PC 和 KST-51 单片机实训开发板，下载程序 1，接通开发板电源，观察流水灯效果。
- 4、编写运算符实现循环移位的程序 2、3、4，下载至单片机，观察流水灯效果。
- 5、编写调用 `intrins.h` 中的函数实现循环移位的程序 5，下载至单片机，观察流水灯效果。

四、程序

- 1、无参数延时，赋值方式实现循环移位

```

01  /*
02  ****
03  * 文件名: LEDLIU1.c
04  * 描 述: 八个LED流水点亮示例(总线操作赋值)
05  ****
06  */
07
08  #include<reg52.h>
09  #define uint unsigned int
10  #define uchar unsigned char
11
12  sbit ADDR0 = P1^0;
13  sbit ADDR1 = P1^1;
14  sbit ADDR2 = P1^2;
15  sbit ADDR3 = P1^3;
16  sbit ENLED = P1^4;
17
18  void delay(void)
19  {
20      unsigned char i,j;
21      for(i=0;i<250;i++)
22          for(j=0;j<250;j++)
23              ;
24  }
25
26  void main(void)
27  {
28      ENLED = 0;
29      ADDR3 = 1;
30      ADDR2 = 1;
31      ADDR1 = 1;
32      ADDR0 = 0;
33      while(1)
34      {
35          P0=0xfe; //11111110,第一个灯亮
36          delay(); //调用延时函数
37          P0=0xfd; //11111101,第二个灯亮
38          delay(); //调用延时函数
39          P0=0xfb; //11111011,第三个灯亮
40          delay(); //调用延时函数
41          P0=0xf7; //11110111,第四个灯亮
42          delay(); //调用延时函数
43          P0=0xef; //11101111,第五个灯亮
44          delay(); //调用延时函数
45          P0=0xdf; //11011111,第六个灯亮
46          delay(); //调用延时函数
47          P0=0xbf; //10111111,第七个灯亮
48          delay(); //调用延时函数
49          P0=0x7f; //01111111,第八个灯亮
50          delay(); //调用延时函数
51      }
52  }
    
```

2、运算符实现循环移位调试过程

```
01 /*
02 *****
03 * 文件名: LEDLIU1.c
04 * 描述: 八个LED流水点亮示例(运算符调试1)
05 *****
06 */
07
08 #include<reg52.h>
09 #define uint unsigned int
10 #define uchar unsigned char
11
12 sbit ADDR0 = P1^0;
13 sbit ADDR1 = P1^1;
14 sbit ADDR2 = P1^2;
15 sbit ADDR3 = P1^3;
16 sbit ENLED = P1^4;
17
18 void delay(uint x)
19 {
20     uint i,j;
21     for(i=0;i<x;i++)
22         for(j=0;j<1827;j++)
23             ;
24 }
25 void main(void)
26 {
27     ENLED = 0;
28     ADDR3 = 1;
29     ADDR2 = 1;
30     ADDR1 = 1;
31     ADDR0 = 0;
32     while(1)
33     {
34         uchar i;
35         for(i=0;i<8;i++)
36         {
37             P0=0xfe<<i;
38             delay(20);
39         }
40     }
41 }
```

```
01 /*
02 *****
03 * 文件名: LEDLIU1.c
04 * 描述: 八个LED流水点亮示例(运算符调试2)
05 *****
06 */
07
08 #include<reg52.h>
09 #define uint unsigned int
10 #define uchar unsigned char
11
12 sbit ADDR0 = P1^0;
13 sbit ADDR1 = P1^1;
14 sbit ADDR2 = P1^2;
15 sbit ADDR3 = P1^3;
16 sbit ENLED = P1^4;
17
18 void delay(uint x)
19 {
20     uint i,j;
21     for(i=0;i<x;i++)
22         for(j=0;j<1827;j++)
23             ;
24 }
25 void main(void)
26 {
27     ENLED = 0;
28     ADDR3 = 1;
29     ADDR2 = 1;
30     ADDR1 = 1;
31     ADDR0 = 0;
32     while(1)
33     {
34         uchar i;
35         for(i=0;i<8;i++)
36         {
37             P0=~(0x01<<i);
38             delay(20);
39         }
40     }
41 }
```

```
01 /*
02 *****
03 * 文件名: LEDLIU1.c
04 * 描述: 八个LED流水点亮示例(运算符调试3)
05 *****
06 */
07
08 #include<reg52.h>
09 #define uint unsigned int
10 #define uchar unsigned char
11
12 sbit ADDR0 = P1^0;
13 sbit ADDR1 = P1^1;
14 sbit ADDR2 = P1^2;
15 sbit ADDR3 = P1^3;
16 sbit ENLED = P1^4;
17
18 void delay(uint x)
19 {
20     uint i,j;
21     for(i=0;i<x;i++)
22         for(j=0;j<1827;j++)
23             ;
24 }
25 void main(void)
26 {
27     ENLED = 0;
28     ADDR3 = 1;
29     ADDR2 = 1;
30     ADDR1 = 1;
31     ADDR0 = 0;
32     while(1)
33     {
34         uchar k;
35         P0=0xfe;
36         delay(20);
37         for(k=0;k<7;k++)
38         {
39             P0=~(~P0<<1);
40             delay(20);
41         }
42     }
43 }
```

3、调用 intrins.h 中的函数实现循环移位

```
01 /*
02 *****
03 * 文件名: LEDLIU5.C
04 * 描 述: 八个LED流水点亮示例(调用库函数)
05 *****
06 */
07
08 #include<reg52.h>
09 #include<intrins.h> //调用 intrins.h 中的函数实现循环移位
10 #define uint unsigned int
11 #define uchar unsigned char
12
13 sbit ADDR0 = P1^0;
14 sbit ADDR1 = P1^1;
15 sbit ADDR2 = P1^2;
16 sbit ADDR3 = P1^3;
17 sbit ENLED = P1^4;
18
19 void delay(uint x)
20 {
21     uint i,j;
22     for(i=0;i<x;i++)
23         for(j=0;j<1827;j++)
24             ;
25 }
26
27 void main(void)
28 {
29     ENLED = 0;
30     ADDR3 = 1;
31     ADDR2 = 1;
32     ADDR1 = 1;
33     ADDR0 = 0;
34     while(1)
35     {
36         uchar k;
37         P0=0xfe;
38         delay(20);
39         for(k=0;k<7;k++)
40         {
41             P0=_crol_(P0,1); //循环左移
42             delay(20);
43         }
44     }
45 }
```

实训 5 模拟汽车转向灯控制设计

一、实训目的

- 1、掌握单片机与开关的连接方式；
- 2、掌握开关检测的控制程序编写；
- 3、理解选择语句 if 的格式和使用方法；
- 4、掌握用 proteus 仿真软件搭建电路图并实现仿真的方法。

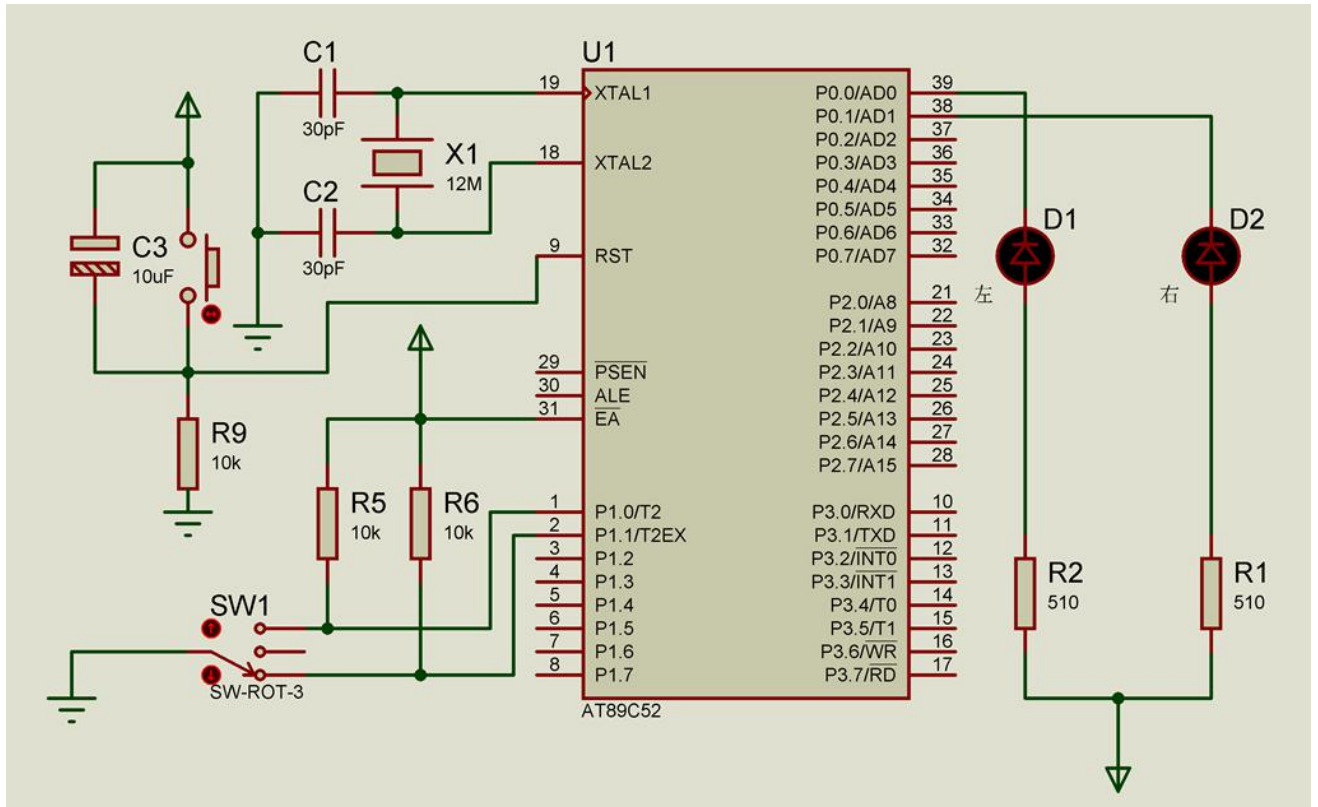
二、实训仪器

- 1、PC 机 1 台

三、实训过程

- 1、用 proteus 仿真软件搭建硬件电路：

器件清单	序号	名称	型号/参数	数量	Proteus软件中 对应元件名
	1	51单片机	STC90516RD+	1	AT89C52
	2	晶振	12MHz	1	CRYSTAL
	3	电容	30pF	2	CAP
	4	电解电容	10uF	1	CAP-ELEC
	5	按键	弹性按键	1	BUTTON
	6	LED发光二极管	黄色05LED	4	LED-YELLOW
	7	电阻	510 Ω	4	RES
	8	电阻	10K Ω	3	RES
	9	单极三位开关	单极三位开关	1	SW-ROT-3



- 讲解语句 if 的格式和使用方法；
- 编写程序，用单片机实现接收驾驶员发出的显示命令并发出信号灯显示控制信号；

P1口引脚状态与驾驶员发出的命令

P1口状态		驾驶员发出的命令
P1.0	P1.1	
1	1	驾驶员未发出命令
1	0	驾驶员发出右转指示灯显示命令
0	1	驾驶员发出左转指示灯显示命令
0	0	驾驶员发出汽车故障显示命令

转向灯显示状态		驾驶员发出的命令
左转灯 (P0.0)	右转灯 (P0.1)	
灭 (1)	灭 (1)	驾驶员未发出命令
灭 (1)	闪烁 (0-1)	驾驶员发出右转显示命令
闪烁 (0-1)	灭 (1)	驾驶员发出左转显示命令
闪烁 (0-1)	闪烁 (0-1)	驾驶员发出汽车故障显示命令

- 加载 hex 文件；
- 运行软件仿真，观察实训结果。

四、程序

```
01 //程序: ex2 2.c
02 //功能: 模拟汽车转向灯控制程序
03 #include <reg52.h> //包含头文件reg51.h,定义了51单片机的专用寄存器
04 sbit LED_L=P0^0; //定义P0.0引脚位名称为LED_L
05 sbit LED_R=P0^1; //定义P0.1引脚位名称为LED_R
06 sbit S_L=P1^0; //定义P1.0引脚位名称为S_L
07 sbit S_R=P1^1; //定义P1.1引脚位名称为S_R
08 //函数名: delay
09 //函数功能: 实现软件延时
10 //形式参数: 无符号整型变量i, 控制空循环的循环次数
11 //返回值: 无
12 void delay(unsigned int i) //延时函数声明
13 {
14     unsigned int k;
15     for(k=0;k<i;k++);
16 }
17 void main() //主函数
18 {
19     bit left,right; //定义位变量left、right表示左、右状态
20     while(1)
21     { //while循环语句, 由于条件一直为真, 该语句为无限循环
22         left=S_L; //读取P1.0引脚的(左转向灯)命令状态并赋值给left
23         right=S_R; //读取P1.1引脚的(右转向灯)命令状态并赋值给right
24         LED_L=left; //将left的值送至P0.0引脚
25         LED_R=right; //将right的值送至P0.1引脚
26         delay(20000); //调用延时函数, 实际参数为20000
27         LED_L=1; //将P0.0引脚置1输出(熄灭LED)
28         LED_R=1; //将P0.1引脚置1输出(熄灭LED)
29         delay(20000); //调用延时函数, 实际参数为20000
30     }
31 }
```

实训 6 按键控制花样霓虹灯设计

一、实训目的

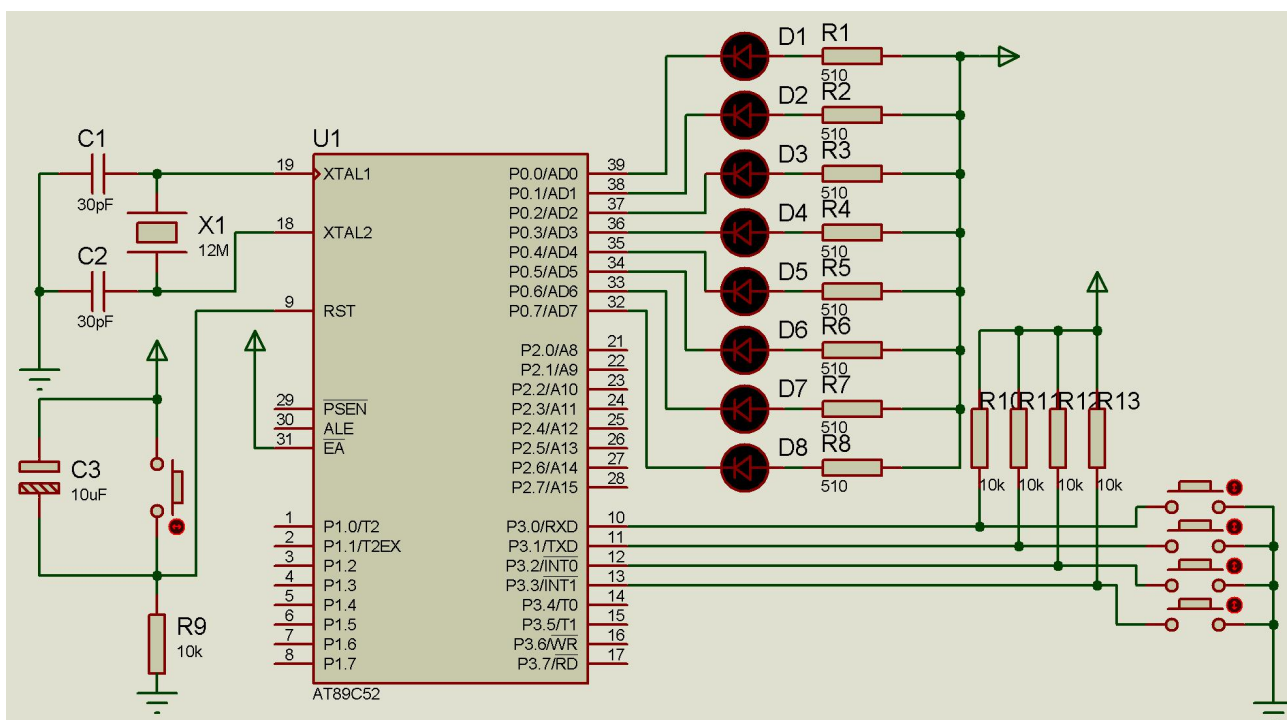
- 1、掌握单片机与按键的接口设计方法；
- 2、掌握按键的去抖和检测方法；
- 3、掌握多选择语句的程序设计方法；
- 4、掌握自定义函数和调用。

二、实训仪器

- 1、PC 机 1 台

三、实训过程

- 1、在 proteus 仿真软件中画电路原理图；



- 2、在 Keil C51 软件中编写程序，生成 hex 文件；

我们用单片机的 P1 口控制八个发光二极管，实现了闪烁效果。这里对此进行功能扩展，使八个发光二极管在按键的控制下可以显示多种霓虹灯显示模式。系统设计 4 个按键 K1, K2, K3, K4，分别用 P3.0~P3.3 引脚控制，编程实现下面任务：

- (1) 当 K1 按下时，点亮 8 个 LED；
- (2) 当 K2 按下时，交叉亮灭；
- (3) 当 K3 按下时，点亮高 4 位 LED；
- (4) 当 K4 按下时，点亮低 4 位 LED；

什么键都不按下时，全灭。

3、下载程序并仿真。

四、程序

程序 1:

```

01 //程序: ex3_4.c
02 //功能: 多个按键控制多种花样霓虹灯控制程序
03 #include <reg52.h> //包含头文件reg52.h, 定义了51单片机专用寄存器
04 #define TIME 1200 //定义符号常量TIME, 代表常数1200, 关于符号常量
05 //的具体介绍参见3.3.2节
06 sbit K1=P3^0; //定义位名称
07 sbit K2=P3^1;
08 sbit K3=P3^2;
09 sbit K4=P3^3;
10 //函数名: delay
11 //函数功能: 实现软件延时
12 //形式参数: 整型变量i, 控制循环次数
13 //返回值: 无
14 void delay (unsigned int i)
15 {
16     unsigned int k;
17     for(k=0;k<i;k++);
18 }
19 void main() //主函数
20 {
21     P0=0xff; //LED全灭
22     while(1)
23     {
24         if(K1==0) //第一次检测到k1按下
25         {
26             delay(TIME); //延时去抖动
27             if(K1==0) P0=0x00; //再次检测到k1按下, 第一种模式, 8个灯全亮
28         }
29         else if(K2==0) //第一次检测到k2按下
30         {
31             delay(TIME); //延时去抖动
32             if(K2==0) P0=0x55; //再次检测到k2按下, 第二种模式, 8个灯交叉亮
33         }
34         else if(K3==0) //第一次检测到k3按下
35         {
36             delay(TIME); //延时去抖动
37             if(K3==0) P0=0x0f; //再次检测到k3按下, 第三种模式, 高四位亮
38         }
39         else if(K4==0) //第一次检测到k4按下
40         {
41             delay(TIME); //延时去抖动
42             if(K4==0) P0=0xf0; //再次检测到k4按下, 第四种模式, 低四位亮
43         }
44     }
45 }
    
```

程序 2:

```
01 //程序: 09ANJIAN2.c
02 //功能: 多个按键控制多种花样霓虹灯控制程序
03 #include <reg52.h> //包含头文件reg52.h, 定义了51单片机专用寄存器
04 //函数名: delay
05 void delay (unsigned int i)
06 {
07     while(i--);
08 }
09 void main() //主函数
10 {
11     unsigned char key; //定义字符型变量key
12     P0=0xff; //LED全灭
13     while(1)
14     {
15         key=P3&0x0f; //读入P3口低四位状态
16         delay(1200); //延时去抖动
17         key=P3&0x0f; //再次读入P3口低四位状态
18         switch(key) //根据按键状态选择不同模式
19         {
20             case 0x0e: P0=0x00;break; //K1按下, 第一种模式, 8个灯全亮
21             case 0x0d: P0=0x55;break; //K2按下, 第二种模式, 8个灯交叉亮
22             case 0x0b: P0=0x0f;break; //K3按下, 第三种模式, 高四位亮
23             case 0x07: P0=0xf0;break; //K4按下, 第四种模式, 8个灯全亮
24             default: P0=0xff; //否则, 全灭
25         }
26     }
27 }
```

机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《传感器安装与调试》

实训项目：

实训 1：接近开关的特性检测

实训 2：接近开关对不同材料的敏感性检测

实训 3：使用接近开关检测转动次数

实训 4：认识电容式位移传感器

实训 5：光栅尺精密位移检测系统

实训 6：超声波位移传感器的特性检测

实训 7：认识电感式高精度位移传感器

实训 8：高精度激光位移传感器位移检测

实训 9：使用光电传感器检测转轴转动速度

实训 10 使用加速度传感器

实训 11 认识电阻应变片及其使用方法

实训 12 使用压阻式压力传感器检测压力

实训 13 认识热电阻传感器

实训 14 使用热电阻温度传感器检测铂的温升曲线

实训 15 使用热电偶温度传感器检测温度对电动势的影响

实训一 接近开关的特性检测

一、实验目的

了解霍尔式传感器在直流激励下的位移特性原理。

二、实验设备与器件

- 1、 STIM-07 模块、 STIM-08 模块、霍尔传感器。
- 2、 ± 15V 电源、恒流源、万用表。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

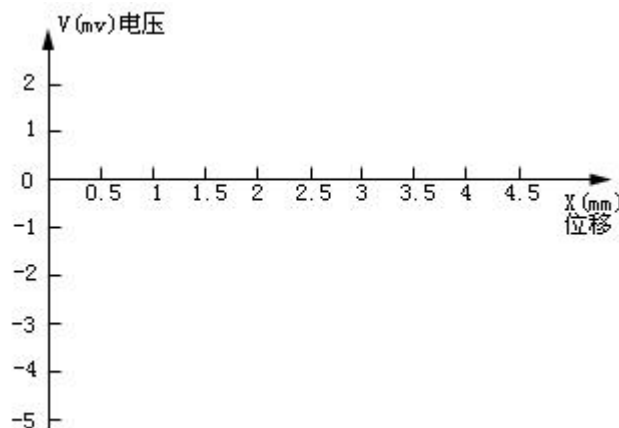
霍尔式传感器是基于霍尔效应，将被测量转换成电动势输出的一种传感器。半导体薄片置于磁感应强度为 B 的磁场中，磁场方向垂直于薄片，当有电流 I 流过薄片时，在垂直于电流和磁场的方向上将产生电动势 E ，这种现象称为霍尔效应。即 $E = KIB$ ， K 为灵敏度系数。因此霍尔电势与输入电流 I 、磁感应强度 B 成正比，且当 B 的方向改变时，霍尔电势的方向也随之改变；如果所施加的磁场为交变磁场，则霍尔电势为同频率的交变电势。

四、实验步骤

- 1、按附图连接好各实验模块，接上各模块电源。
- 2、恒流源输出电流设置为 10mA，STIM-08 模块的 I+I-端接恒流源。
- 3、将霍尔传感器放置在 STIM-08 模块的支架上，测微头上套磁铁圆片。调节霍尔传感器和磁铁圆片的位置使它们尽量贴近并且中心对准，固定传感器和测微头。
- 4、往外旋转螺旋测微头，每旋转 0.5mm 读取电压表数据。将数据记录在以下表格中。

位移 mm	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
电压 mv									

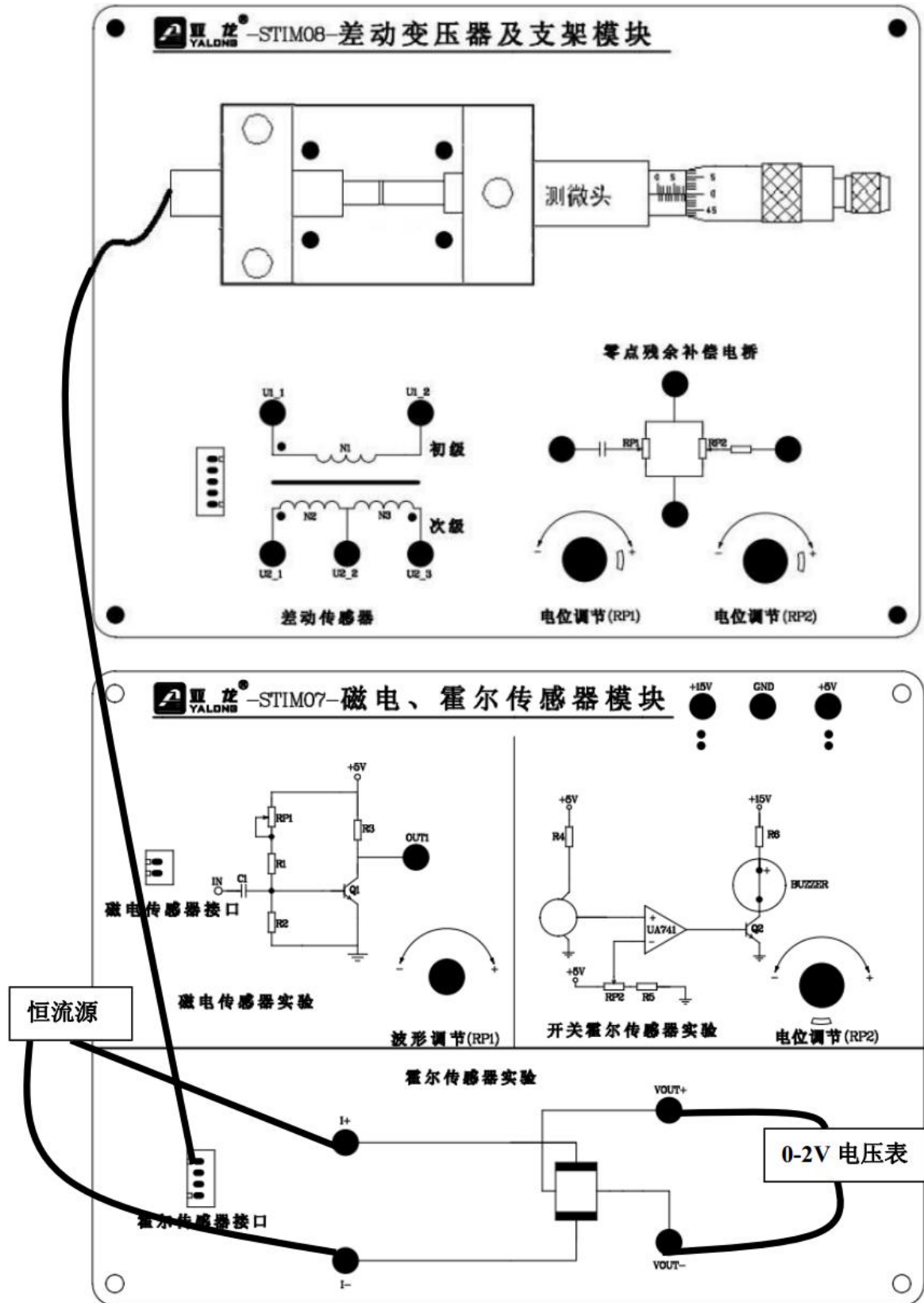
- 5、作出 U-X 曲线。



- 6、清理工作台面

按规范要求清理工作现场，整理工具。

附图:



实训二 接近开关对不同材料的敏感性检测

一、实验目的

- 1、了解电涡流传感器测量位移的工作原理及特性。
- 2、了解不同的被测金属导体对于电涡流传感器特性的影响。

二、实验设备与器件

- 1、STIM-08 模块、STIM-09 模块、电涡流传感器、不锈钢圆片、铝圆片（大）、铜圆片。
- 2、± 15V 电源、示波器。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

根据法拉第电磁感应原理，块状金属导体置于变化的磁场中或在磁场中作切割磁力线运动时（与金属是否块状无关，且切割不变化的磁场时无涡流），导体内将产生呈涡旋状的感应电流，此电流叫电涡流，以上现象称为电涡流效应。而根据电涡流效应制成的传感器称为电涡流式传感器。

前置器中高频振荡电流通过延伸电缆流入探头线圈，在探头头部的线圈中产生交变的磁场。当被测金属体靠近这一磁场，则在此金属表面产生感应电流，与此同时该电涡流也产生一个方向与头部线圈方向相反的交变磁场，由于其反作用，使头部线圈高频电流的幅度和相位得到改变（线圈的有效阻抗），这一变化与金属体磁导率、电导率、线圈的几何形状、几何尺寸、电流频率以及头部线圈到金属导体表面的距离等参数有关。通常假定金属导体材质均匀且性能是线性和各项同性，则线圈和金属导体系统的物理性质可由金属导体的电导率 σ 、磁导率 ξ 、尺寸因子 τ 、头部体线圈与金属导体表面的距离 D 、电流强度 I 和频率 ω 参数来描述。则线圈特征阻抗可用 $Z=F(\tau, \xi, \sigma, D, I, \omega)$ 函数来表示。通常我们能做到控制 $\tau, \xi, \sigma, I, \omega$ 这几个参数在一定范围内不变，则线圈的特征阻抗 Z 就成为距离 D 的单值函数，虽然它整个函数是一非线性的，其函数特征为“S”型曲线，但可以选取它近似为线性的一段。于此，通过前置器电子线路的处理，将线圈阻抗 Z 的变化，即头部体线圈与金属导体的距离 D 的变化转化成电压或电流的变化。输出信号的大小随探头到被测体表面之间的间距而变化，电涡流传感器就是根据这一原理实现对金属物体的位移、振动等参数的测量。

根据实验原理可知，电涡流传感器的涡流效应与被测金属材料磁导率、电导率有关，改变被测金属材料磁导率、电导率将会改变涡流传感器高频电流的幅度和相位。

四、实验步骤

- 1、按附图连接好各实验模块，接上各模块电源。
- 2、将电涡流传感器放置在 STIM-08 模块的支架上，测微头接被测的圆片——不锈钢圆片。调节电涡流传感器和不锈钢圆片的位置使它们尽量贴近并且中心对准，固定传感器和测微头。
- 3、往外旋转螺旋测微头，每旋转 0.2mm 读取示波器数据。将数据记录在以下表格中。

位移 (mm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
电压(mv)										

- 4、将被测圆片换成铝圆片，根据下表记录数据。

位移 (mm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
电压(mv)										

- 5、将被测圆片换成铜圆片，根据下表记录数据。

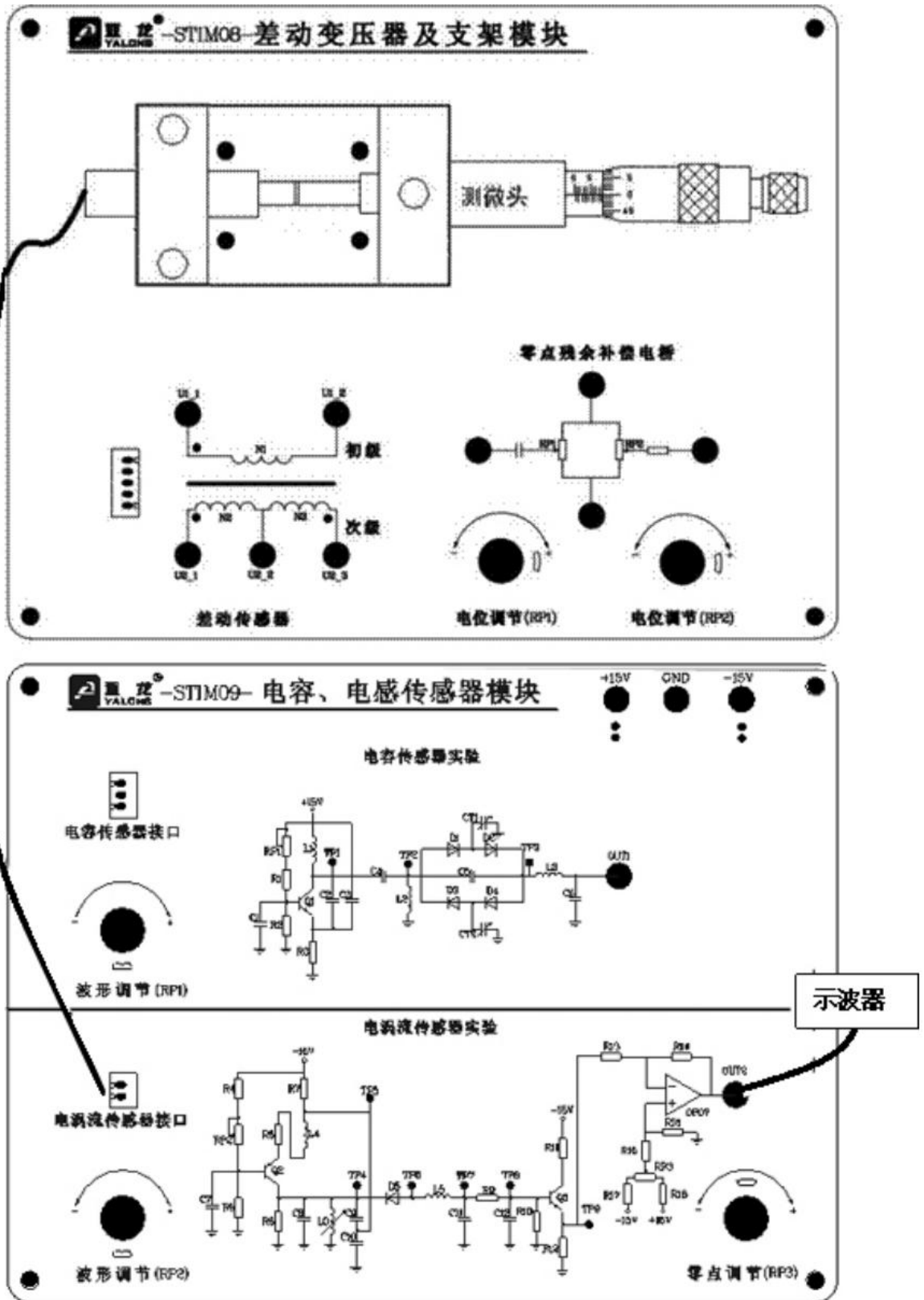
位移 (mm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
电压(mv)										

6、在一幅图上作出以上三种材料的 U-X 曲线。

7、清理工作台面

按规范要求清理工作现场，整理工具。

附图:



实训三 使用接近开关检测转动次数

一、实验目的

了解霍尔传感器在速度测量中的应用。

二、实验设备与器件

- 1、 STIM-04 模块、 STIM-07 模块、霍尔传感器。
- 2、 ± 15V 电源、恒流源、示波器。
- 3、 电子连线若干。

三、实验原理

根据上个实验的原理，被测体材质改变会使传感器输出的电压幅值不同。根据这一原理当两个材料按一定的速度旋转通过传感器时，传感器会输出对应的脉冲信号，通过采集脉冲信号就能测出旋转的速度。

四、实验步骤

- 1、按附图连接好各实验模块。
- 2、将霍尔传感器放置在 STIM-04 模块的支架上，调节霍尔传感器的位置使其正对转盘上的磁铁且高度在 1-2mm 之间，固定霍尔传感器。
- 3、恒流源输出电流设置为 10mA，STIM-08 模块的 I+I-端接恒流源。
- 4、接上各模块电源，将转盘转速调节到 0 并将转速显示打到频率档。
- 5、通过转速调节旋钮，调节设定转速。通过示波器，每 5Hz 读取一次霍尔传感器输出信号的频率，将数值记录在以下表格。

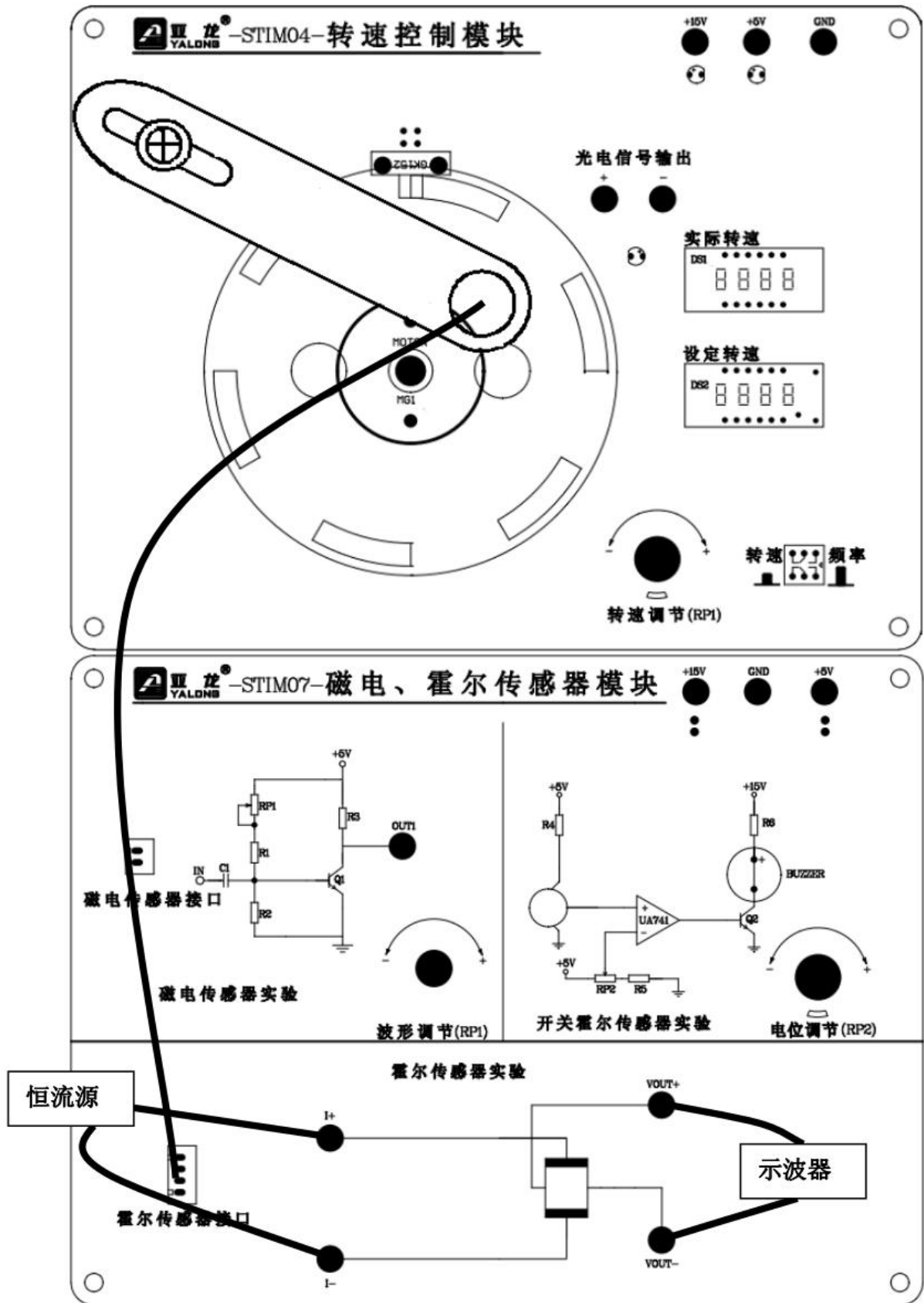
设定转速 (Hz)	5	10	15	20	25	30	35	40
所测转速								

(Hz)								
------	--	--	--	--	--	--	--	--

6、清理工作台面

按规范要求清理工作现场，整理工具。

附图:



实训四 认识电容式位移传感器

一、实验目的

了解电容式传感器的结构及其位移特性。

二、实验设备与器件

- 1、STIM-01 模块、STIM-08 模块、STIM-09 模块、电容传感器。
- 2、± 15V 电源、万用表。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

电容式传感器是将位移、压力、振动点转换成电容量变化的传感器。电容式传感器的敏感部分就是具有可变参数的电容器。其最常用的形式是由两个平行电极组成，电极之间以空气为介质的电容器。若忽略边缘效应，平板电容器的电容为

$$C = \varepsilon \frac{A}{d}$$

式中 ε 为电极间介质的介电常数， A 为两电极相对覆盖面积， d 为两电极间距离。在实际应用中，通常保持其中的两个参数不变，改变一个参数，从而改变电容量，通过测量电路将电容变化量转换成电量输出。在实际应用中，为了提高灵敏度，减小非线性误差，大都采用差动式结构，如图 1 所示。

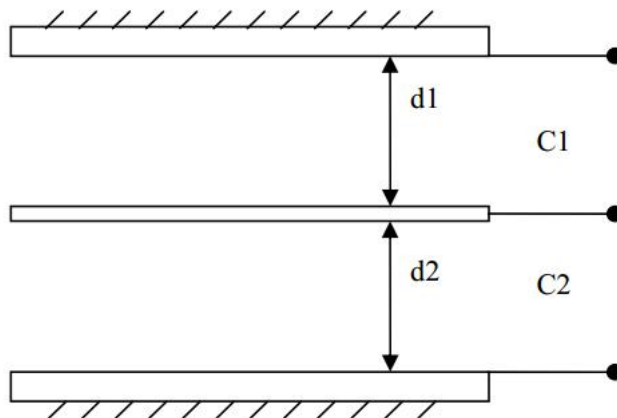


图 1 差动式电容器

四、实验步骤

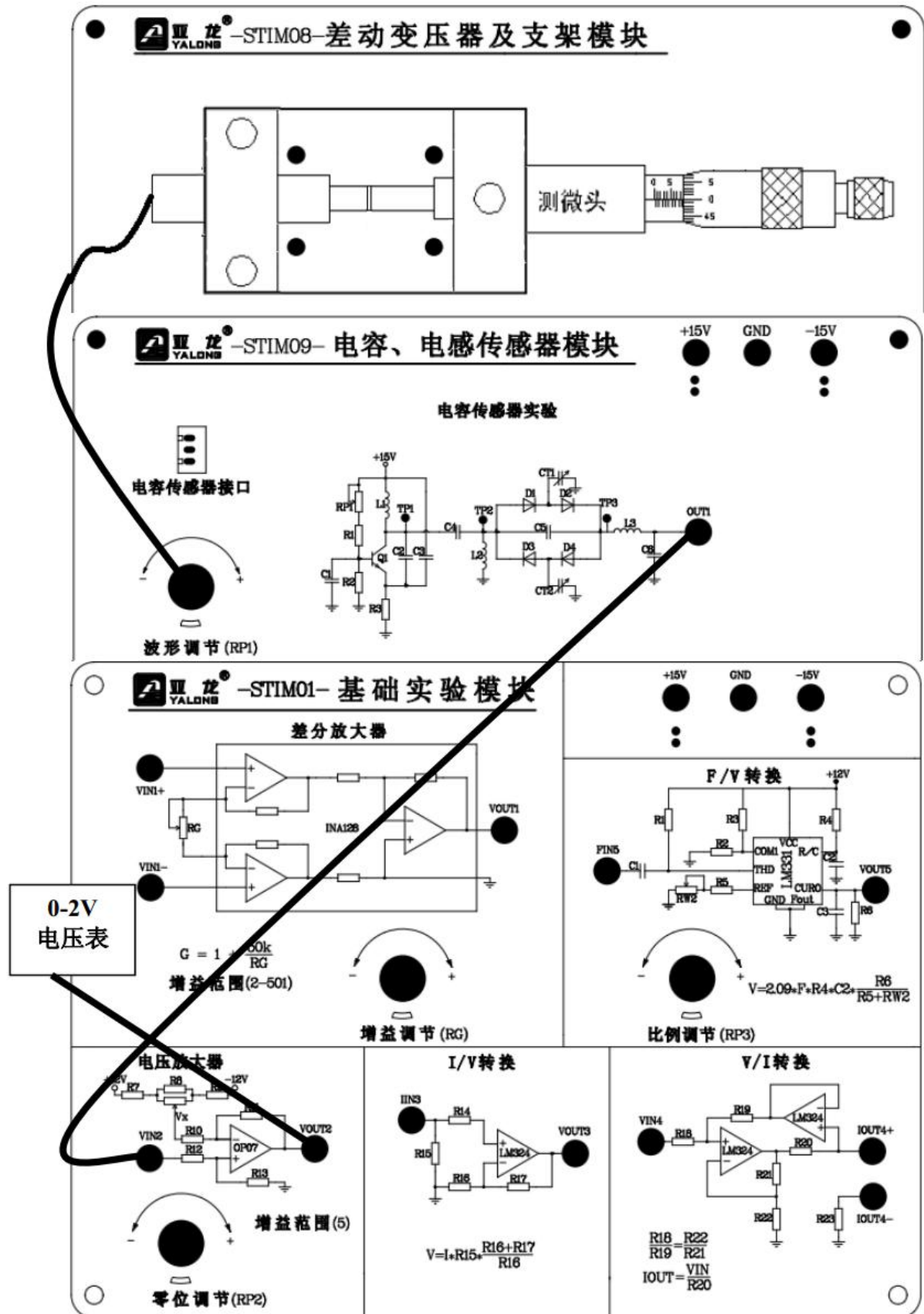
- 1、按附图连接好各实验模块，接上各模块电源。
- 2、将电容传感器放置在 STIM-08 模块的支架上，并使测微头与电容传感器中间轴连接，调节电容传感器的中间极板处于电容传感器的中间位置，固定传感器和测微头。
- 2、STIM-01 模块上电压放大器部分调零旋钮，使万用表显示电压值为 0mv。
- 3、往外旋转螺旋测微头，每旋转 0.5mm 读取万用表显示的值，将数据记录在以下表格中。使电容传感器回到初始位置，螺旋测微头改为往内旋转，同样每旋转 0.5mm 读取万用表显示的值，将数据记录在以下表格中。

位移 (mm)	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0.5	1	1.5	2.0	2.5
电压 (mv)										

- 4、清理工作台面

按规范要求清理工作现场，整理工具。

附图:



实训 5 光栅尺精密位移检测系统

一、实验目的

学习光栅尺的特性及应用。

二、实验设备与器件

- 1、光栅尺 WTA5-0200MM、直尺。
- 2、编码器数显表。

三、实验原理

光栅尺位移传感器（简称光栅尺），是利用光栅的光学原理工作的测量反馈装置。光栅尺位移传感器经常应用于机床与现在加工中心以及测量仪器等方面，可用作直线位移或者角位移的检测。其测量输出的信号为数字脉冲，具有检测范围大，检测精度高，响应速度快的特点。在现在中国加工业、制造业越来越成熟，对加工的精度越来越高的时候，在各种机床上，例如：铣床、磨床、车床、线切割、电火花等机床上都可以安装光栅尺，其工作环境要求相对来说不是很苛刻，对操作者的使用来说也十分简单。

常见光栅尺的工作原理都是根据物理上莫尔条纹的形成原理进行工作的。如图 1 所示，当使指示光栅上的线纹与标尺光栅上的线纹成一角度来放置两光栅尺时，必然会造成两光栅尺上的线纹互相交叉。在光源的照射下，交叉点近旁的小区域内由于黑色线纹重叠，因而遮光面积最小，挡光效应最弱，光的累积作用使得这个区域出现亮带。相反，距交叉点较远的区域，因两光栅尺不透明的黑色线纹的重叠部分变得越来越少，不透明区域面积逐渐变大，即遮光面积逐渐变大，使得挡光效应变强，只有较少的光线能通过这个区域透过光栅，使这个区域出现暗带，从而便形成了我们所见到的莫尔条纹。在一个莫尔条纹宽度内，按照一定间隔放置 4 个光电器件就能实现电子细分与判向功能。例如，栅线为 50 线对/mm 的光栅尺，其光栅栅距为 0.02mm，若采用四细分后便可得到分辨率为 5 μ m 的计数脉冲。

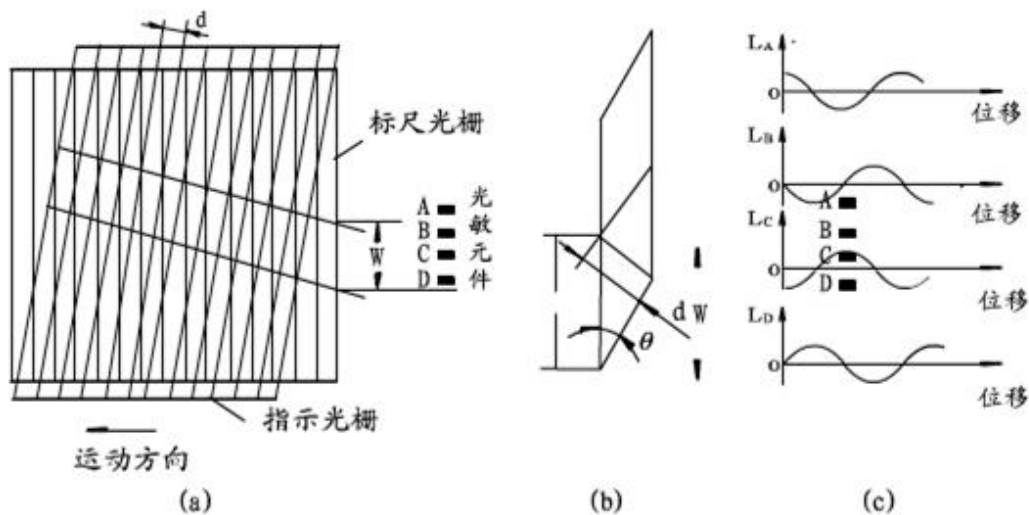


图 1 光栅尺的工作原理

四、实验步骤

- 1、将光栅尺的信号线连接到编码器数显表的 DB9 接口上。
- 2、打开实验台电源，将光栅尺的读数头移置左侧或右侧。设置编码器数显表的位置分辨率为 5 μ m，计数清零。
- 3、按下表，移动光栅尺的读数头，每移动 10mm 的距离记录下数显表显示的脉冲数及位置

值。

读数头 位移 (mm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
脉冲数										
位移数值 (μm)										

实训 6 超声波位移传感器的特性检测

一、实验目的

了解超声波传感器的工作原理，学习用超声波测量位移。

二、实验设备与器件

- 1、超声波实验模块模块。
- 2、+15V、+6V 电源，示波器。
- 3、信号发生器（选用）。

三、实验原理

超声波发送电路：由 555 集成电路组成。IC（555）组成超声波脉冲信号发生器如图 1。

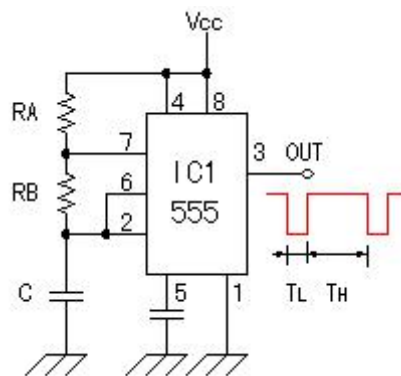
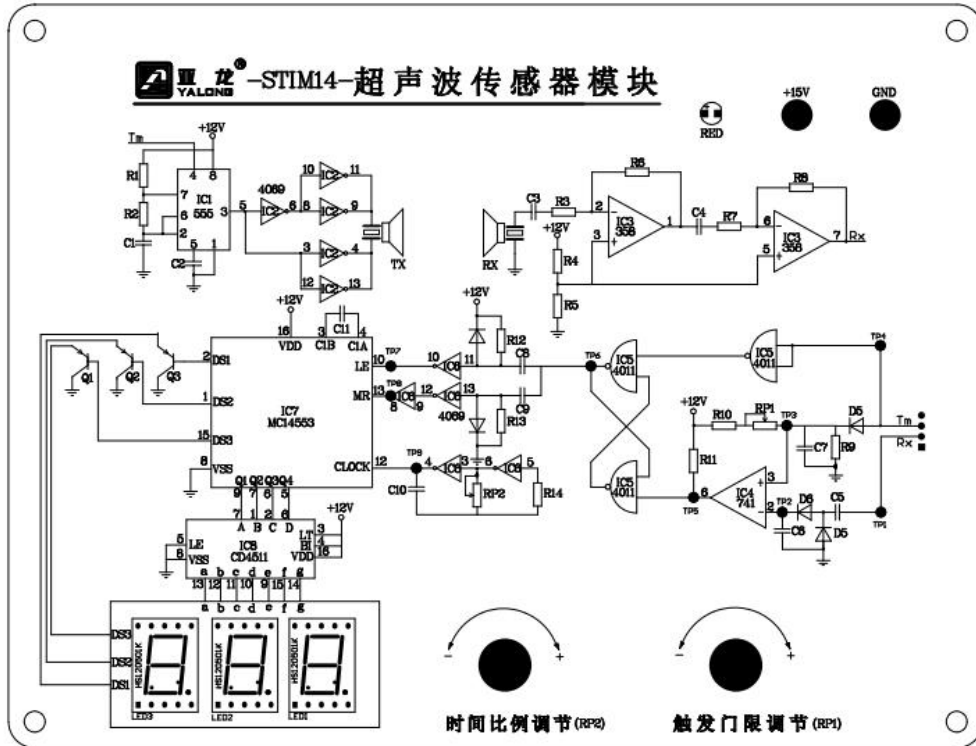


图 1 超声波发送电路图

超声波接收电路：超声波接收头和 CX20106A 组成超声波信号的检测和放大。



四、实验步骤

- 1、接上模块电源。
- 2、将两超声波探头距离 $S=10\text{cm}$ 处位置，用示波器光标测量出发送-接收所用时间 Δx 。
- 3、调节两超声波探头距离 S ，用示波器光标测量出发送-接收所用时间 Δx 。
- 4、将 S 、 Δx 和利用超声波速度与 Δx 之积计算得到的 S' ，填入下表。

距离 S (cm)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
时间 Δx (μs)										
计算的 S' (cm)										

五、思考题

- 1、利用上表，分析判断距离 S 与时间 Δx 的关系是否为线性。
- 2、说明电路图中电路超声波发射和接收的工作原理。

实训 7 认识电感式高精度位移传感器

一、实验目的

了解差动变压器的原理及其位移特性。

二、实验设备与器件

- 1、STIM-01 模块、STIM-08 模块、差动变压器。
- 2、1-10KHZ 音频信号、示波器。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

差动变压器是把被测的非电量变化转换成线圈互感量的变化。这种传感器是根据变压器的基本原理制成的，并且次级绕组用差动的形式连接，故称之为差动变压器。

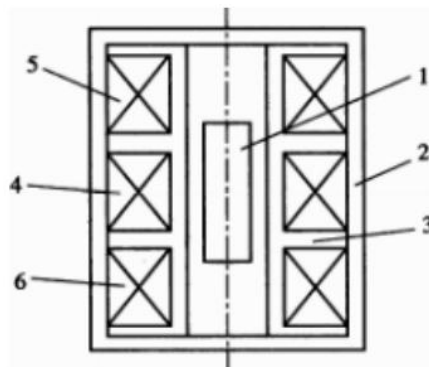


图 1 螺线管式差动变压器

差动变压器往往会产生零点残余电压，主要原因是：

- 1、由于两个二次测量线圈的等效参数不对称，使其输出的基波感应电动势的幅值和相位不同，调整磁芯位置时，也不能达到幅值和相位同时相同。
- 2、由于铁芯的 B-H 特性的非线性，产生高次谐波不同，不能相互抵消。

为减小零点残余电压，我们一般会做如下措施：

- 1、在设计和工艺上，力求做到磁路对称，线圈对称，铁芯材料均匀。
- 2、在电路上进行补偿，一般会加串联电阻、并联电容、反馈电阻或反馈电容等。

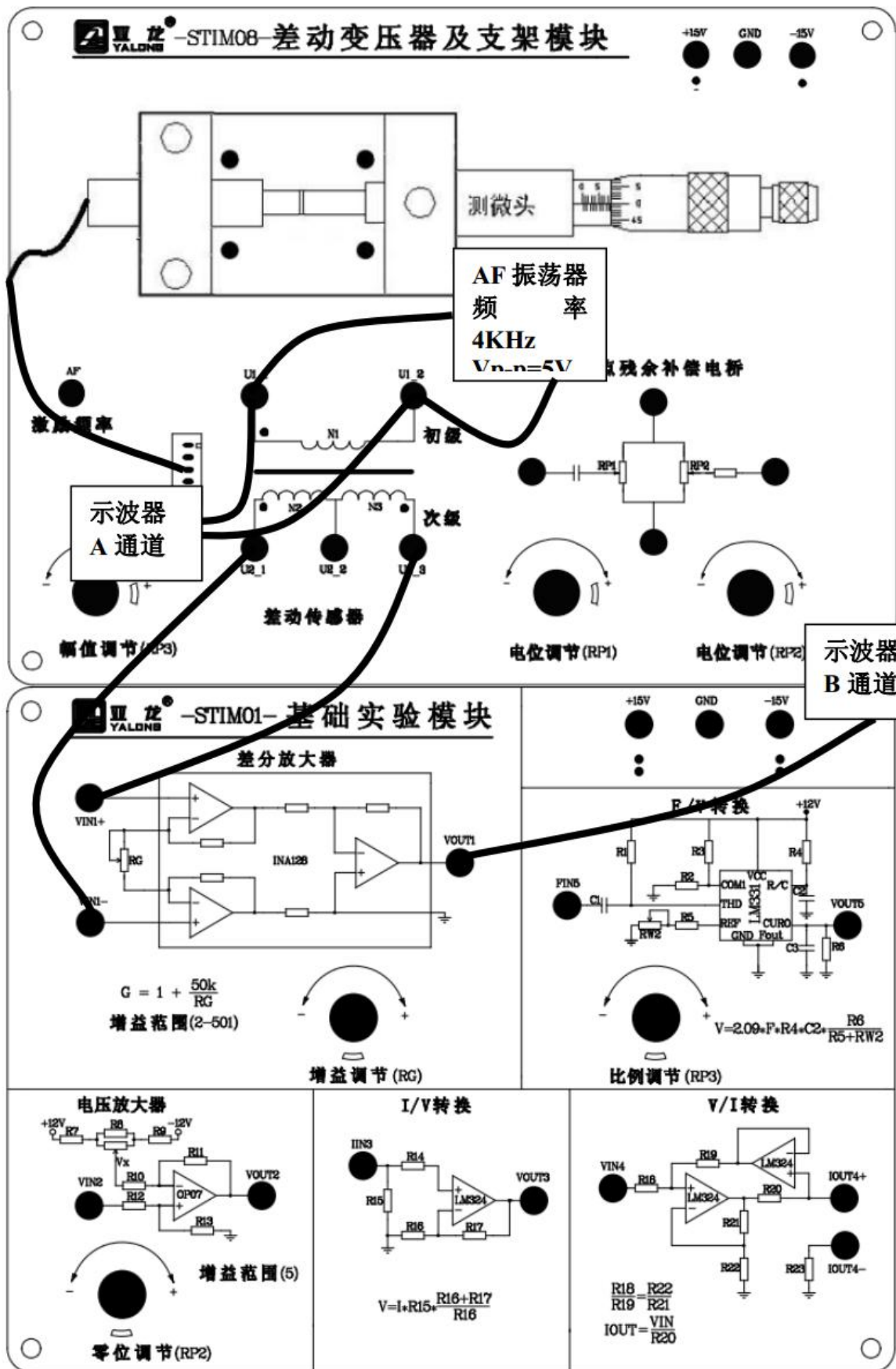
四、实验步骤

- 1、将信号发生器 LF/AF 按钮置于 AF 位置，并用示波器观察输出波形，将输出波形频率调节到 4KHZ，幅值调节调节至 $V_{p-p}=5V$ 。
- 2、按图 30.3 连接好各实验模块，接上各模块电源。
- 3、调节 STIM-08 模块的差分放大增益适中，将输出波形调节到一个合适的范围。（若出现削波现象则适当减小增益）
- 4、将差动变压器放置在 STIM-08 模块的支架上，活动衔铁轴连接测微头。调节差动变压器与测微头的位置，观察示波器使输出信号的幅值为最小，固定传感器和测微头。
- 5、按下表要求分别将测微头往外旋转和往内旋转，每旋转 0.5mm 读取示波器数据。将数据记录在以下表格中。

位移 (mm)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
---------	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---

VOUT1 (mv)										
位移 (mm)	-0.5	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5
VOUT1 (mv)										

附图：



实训 8 高精度激光位移传感器位移检测

一、实验目的

了解光纤传感器传光原理，了解光纤传感器位移性能。

二、实验设备与器件

- 1、STIM-08 模块、STIM-13 模块、光纤传感器。
- 2、电源±15V、电压表。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

光纤传感器的基本工作原理是将来自光源的光经过光纤送入调制器，使待测参数与进入调制区的光相互作用后，导致光的光学性质（如光的强度、波长、频率、相位、偏正态等）发生变化，称为被调制的信号光，在经过光纤送入光探测器，经解调后，获得被测参数。

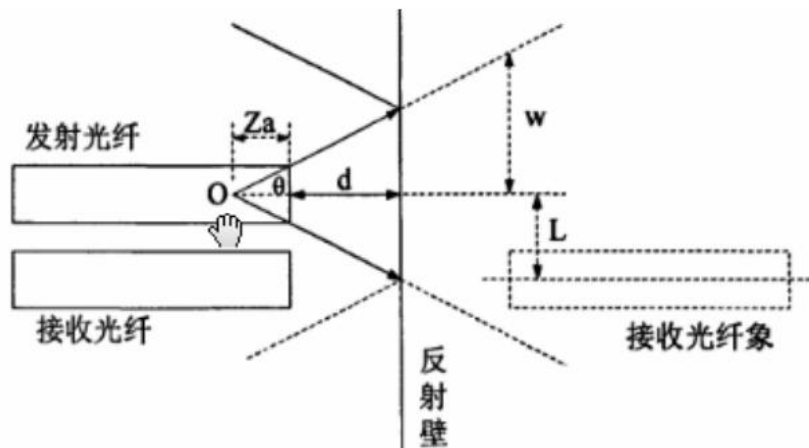


图 1 反射式光纤位移传感器原理图

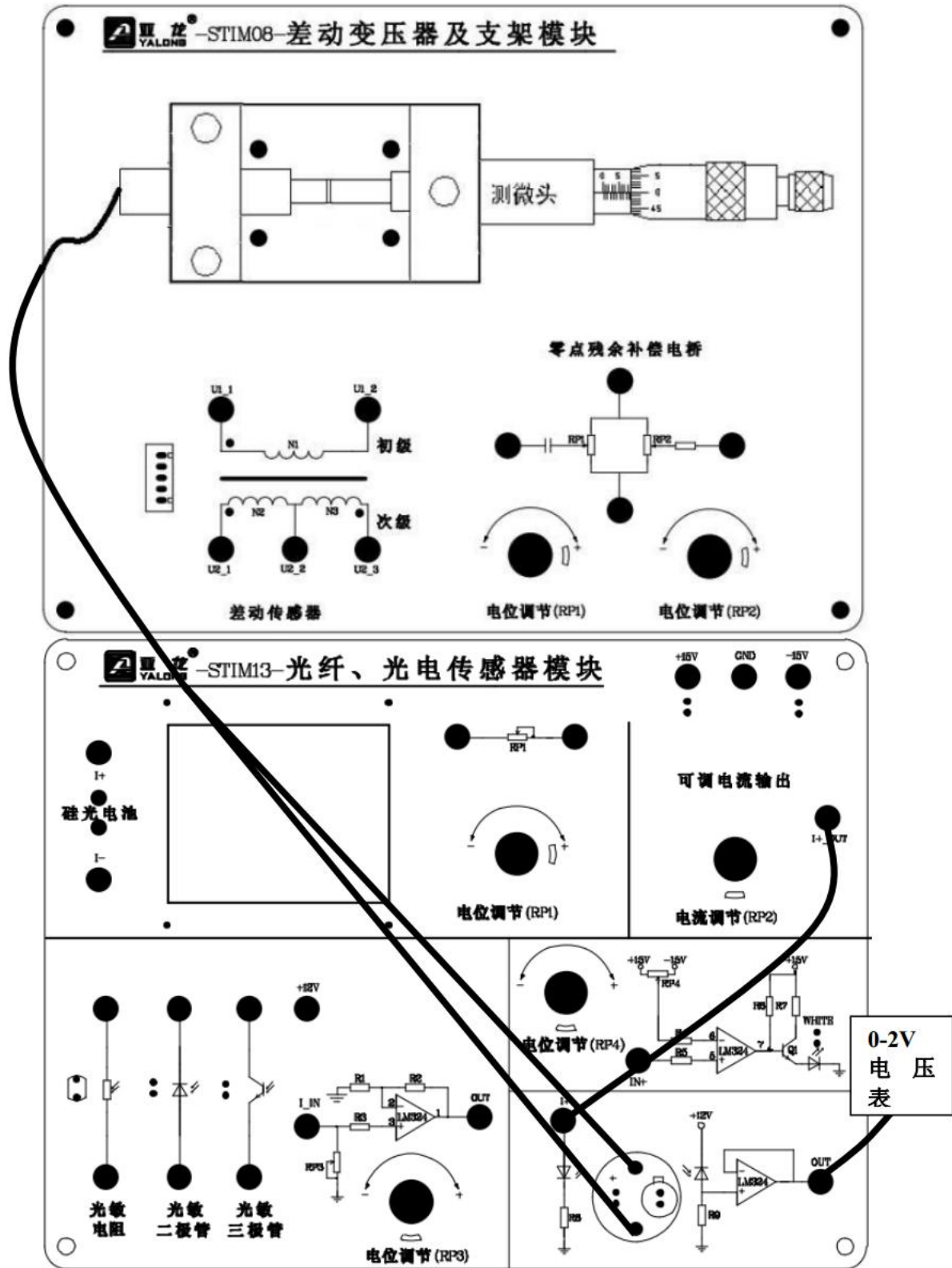
反射式光纤位移传感器的基本工作原理如图 53.1。光纤采用 Y 型结构，两束光纤一端合并在一起组成光纤探头，另一端分成两支，分别作为光源光纤和接收光纤。光从光源耦合到光源光纤，通过光纤传输，射向反射片，再被反射到接受光纤中，最后由光电转换器接收，转换器接收到的光强度随光纤探头到反射体的距离的变化而变化。当光纤探头紧贴反射片时，接收到的光强度为零，随着光纤探头跟反射面距离的增加，接收到的光强度逐渐增加，到达最大值点后接收到的光强度会随两则之间距离的增加而减小。利用这条特性曲线可以通过对光强度的检测得到位移量。

四、实验内容及步骤

- 1、按附图连接好各实验模块。
- 2、将铝圆盘接到测微头上作为反射体，将光纤探头与铝圆片表面紧贴，固定探头和测微头。
- 3、接上模块电源，调节测微头与光纤探头之间的距离，每增加 0.2mm 记录一个电压值，并将数据记录在下表中。

位移 (mm)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
VOUT (mv)											
位移 (mm)	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	
VOUT (mv)											

附图:



实训 9 使用光电传感器检测转轴转动速度

一、实验目的

了解光电传感器的工作原理及其在测速中的应用。

二、实验设备与器件

- 1、 STIM-01 模块、 STIM-04 模块。
- 2、 +15V 电源、 +5V 电源、示波器。
- 3、 电子连线若干。

三、实验原理

光电传感器是采用光电元件作为检测元件的传感器。它首先把被测量的变化转换成光信号的变化，然后借助光电元件进一步将光信号转换成电信号。光电传感器一般由光源、光学通路和光电元件三部分组成。

光电传感器测速：一般是被测物体上均匀分布着透光槽，光电传感器的光源通过透光槽照射到光电元件上使光学通路导通。因此，当透光槽按一定的速度通过光电传感器时，光电传感器将输出脉冲信号，通过 F/V 转换电路将脉冲信号转换成电压信号，或者通过频率计直接读取频率值。

转速控制：光电传感器控制转速的方式有很多种。本实验的利用光电传感器检测转盘旋转频率，通过单片机计算出转速，将检测的转速与设定的转速比较通过 PID 调节控制输出 PWM 信号，PWM 信号通过电机驱动电路控制电机转速，电机带动转盘旋转。

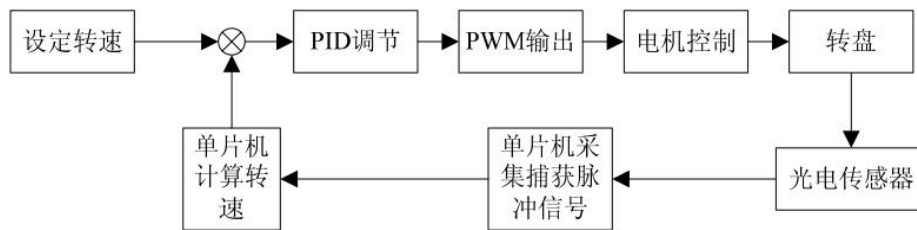


图 1 光电传感器转速控制原理图

四、实验步骤

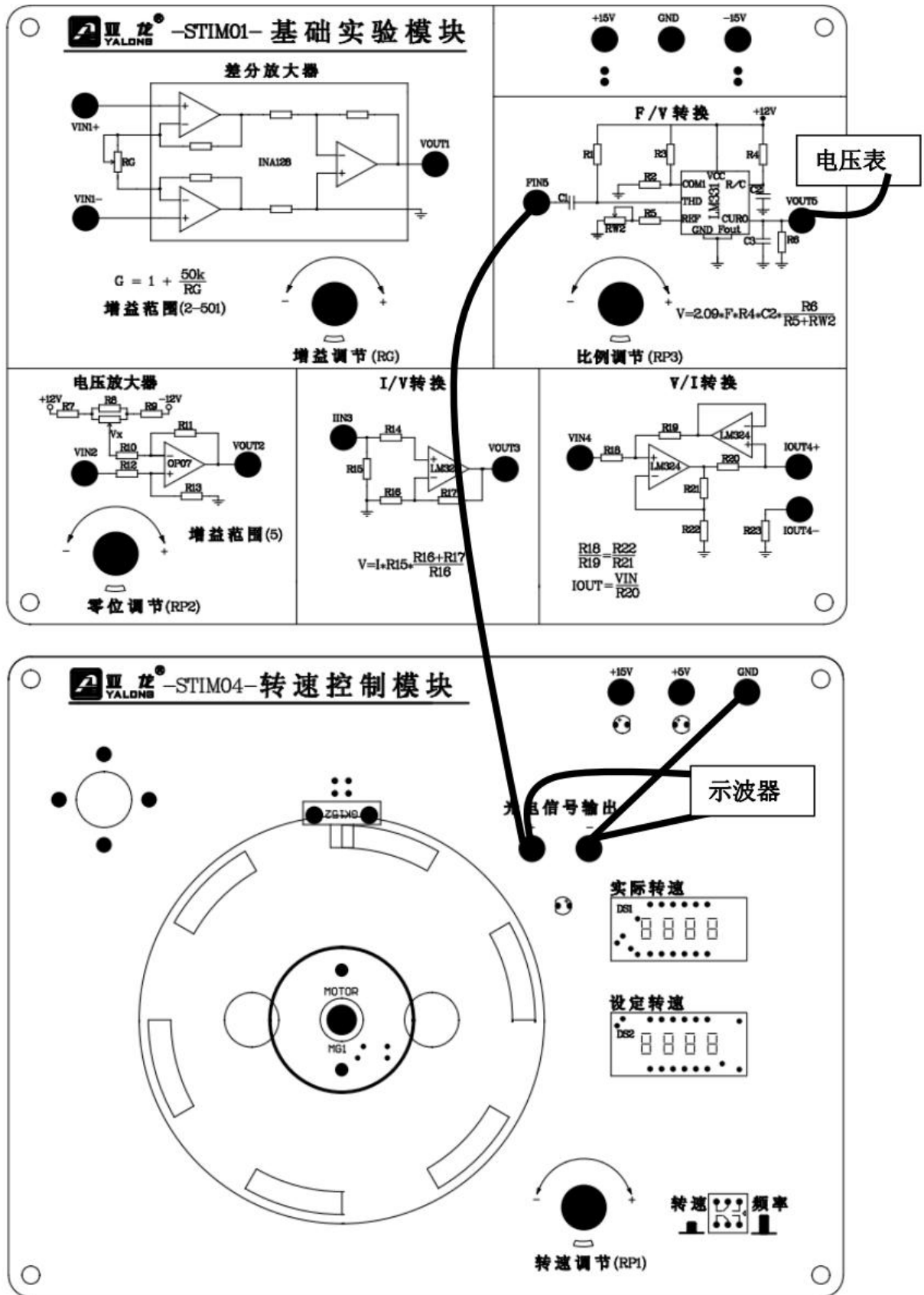
- 1、按附图连接示波器。
- 2、接上各模块电源，将转盘转速调节到 0 并将转速显示打到转速档。
- 3、通过转速调节旋钮，设定初始转速 400rpm。按照下面表格给定的转速值设置转速并将实际转速的显示值及示波器的显示的频率记录在以下表格。

设定转速 (rpm)	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
实际转速 (rpm)									
光电传感器频率 (HZ)									

4、清理工作台面

按规范要求清理工作现场，整理工具。

附图:



实训 10 使用加速度传感器

一、实验目的

了解加速度传感器的工作原理。

二、实验设备与器件

- 1、STIM-017 模块。
- 2、5V 电源，双踪示波器，万用表。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

加速度传感器是一种能够测量加速力的电子设备。加速力就是当物体在加速过程中作用在物体上的力，比如重力。一般加速度传感器就是利用了其内部的由于加速度造成的晶体变形的特性，由于变形会产生电压，只要计算出产生电压和所施加的加速度之间的关系，就可以将加速度转化成电压输出。当然，还有很多其他方法来制作加速度传感器，比如压阻技术，电容效应，热气泡效应，光效应等，但其最基本的原来都是由于加速度产生某个介质发生变形，通过测量其变形量并用相关电路转化成电压输出。

ADXL203 是一种高精度、低功耗及单片 MEMS 型 IC 芯片双轴加速计，输出量为一个与加速度成比例的模拟电压信号。

传感器主要是由一个利用表面微机械加工的多晶硅结构和一个差动电容器组成。多晶硅结构由多晶硅弹簧支撑，处于晶片的顶部，并与差动电容的运动的中心极板相连。分别在差动电容的固定的上下极板上加两路幅度相等、相位差为 180° 的方波。在加速度的作用下，多晶硅结构会产生偏移，拉动差动电容的中心极板滑动，使两个电容值不同，便在中心极板产生电压，传感器输出方波的幅值与所测的加速度成正比。方波信号再经过信号放大、相敏检波、低通滤波，得到与加速度成正比的电压信号。

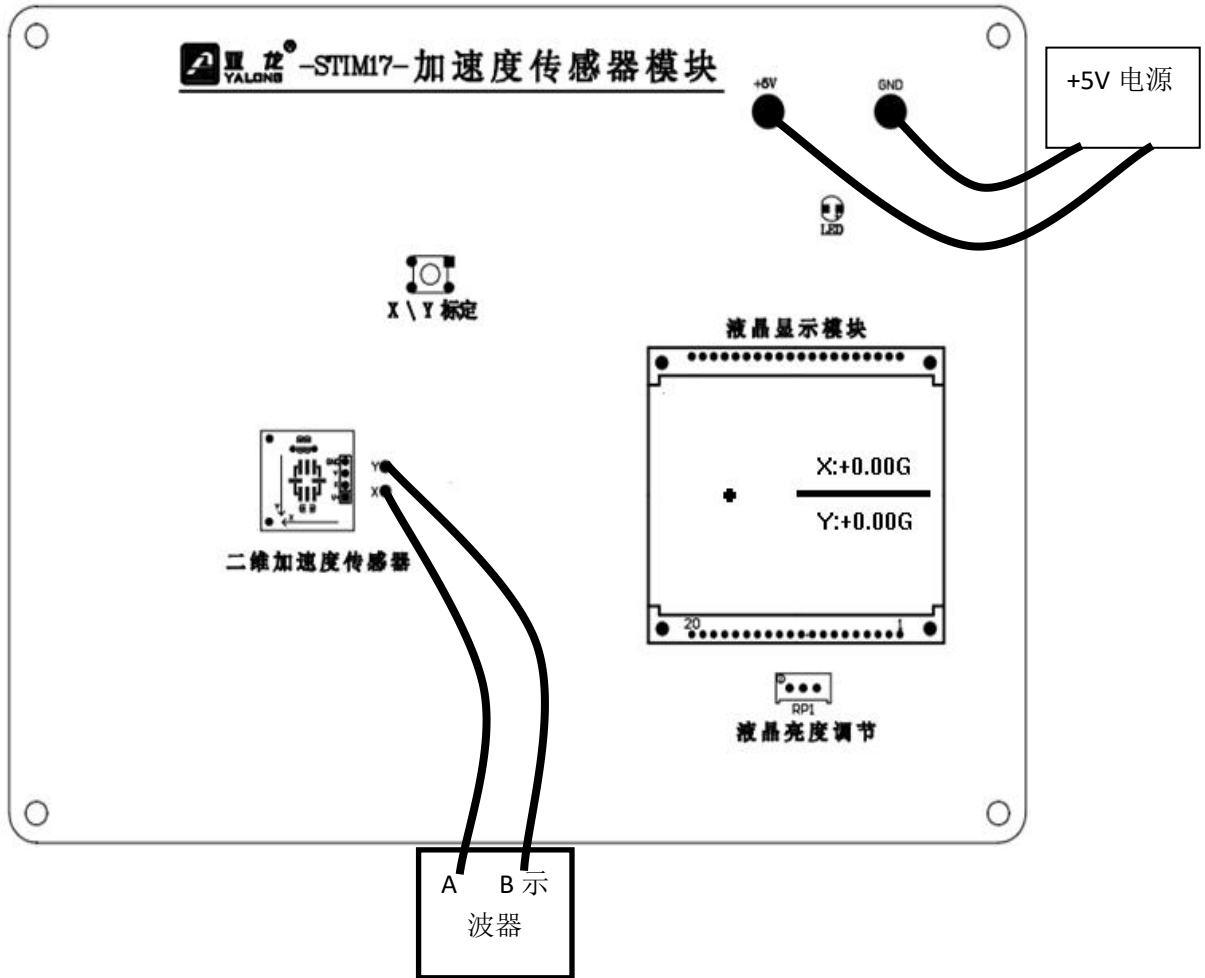
ADXL203 最常见的应用是进行倾斜度测量。

四、实验步骤

- 1、按附图接上 STIM-017 模块的电源
- 2、ADXL 电源为 3V，灵敏对为 560mV/g ，在 -40°C 到 125°C 温度范围内，具有 $\pm 0.3\%$ 的温度灵敏性和 $\pm 25\text{mg}$ 的零点偏移精度。
- 3、将 STIM-017 模块水平放置，按下“X\Y 标定”按键，标定零点位置。观察液晶屏显示的 X\Y 轴的加速度值是否为零。（通过 RP1 调节液晶亮度）。
- 4、记录零点时 X\Y 轴的输出电压。
- 5、用示波器监测 X\Y 轴的输出电压，将 STIM-017 模块倾斜，观察示波器上的电压的变化，测量八组数据，并计算出加速度值，并于液晶上显示的 X\Y 轴加速度值进行比较。

零点电压	$V_x =$ V				$V_y =$ V			
	1	2	3	4	5	6	7	8
X\Y 电压值 (mV)								
计算加速度 (g)								
液晶显示加速度值 (g)								

附图:



实训 11 认识电阻应变片及其使用方法

一、实验目的

比较金属箔式应变片在单臂、半桥、全桥电路中的特性。

二、实验设备与器件

- 1、STIM-01 模块、STIM-05 模块。
- 2、± 15V 电源、万用表。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

电阻丝在外力作用下发生机械变形时，其电阻值发生变化，这就是电阻应变效应，描述电阻应变效应的关系式为： $\Delta R/R=K \epsilon$ ，式中 $\Delta R/R$ 为电阻丝电阻相对变化， K 为应变灵敏系数， $\epsilon = \Delta L/L$ 为电阻丝长度相对变化，金属箔式应变片就是通过光刻、腐蚀等工艺制成的应变敏感元件，通过它转换被测部位受力状态变化、电桥的作用完成电阻到电压的比例变化，电桥的输出电压反应了相应的受力状态。对单臂电桥输出电压 $U_{01}=EK \epsilon / 4$ 。当两片应变片阻值和应变量相同时，其桥路输出电压 $U_{02}=EK \epsilon / 2$ 。全桥测量电路中其桥路输出电压 $U_{03}=KE \epsilon$ 。其输出灵敏度比半桥又提高了一倍，非线性误差和温度误差均得到改善。

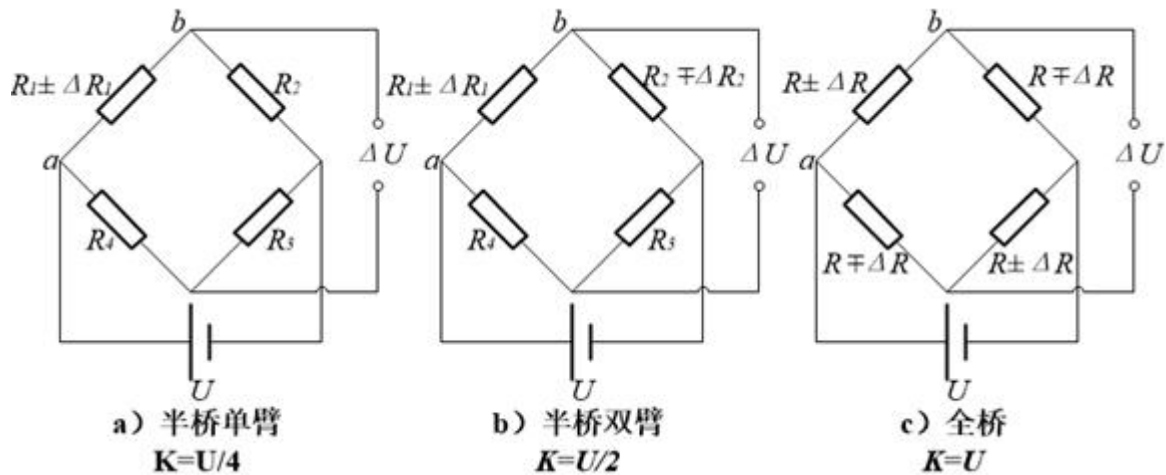


图 1 应变电桥电路

四、实验步骤

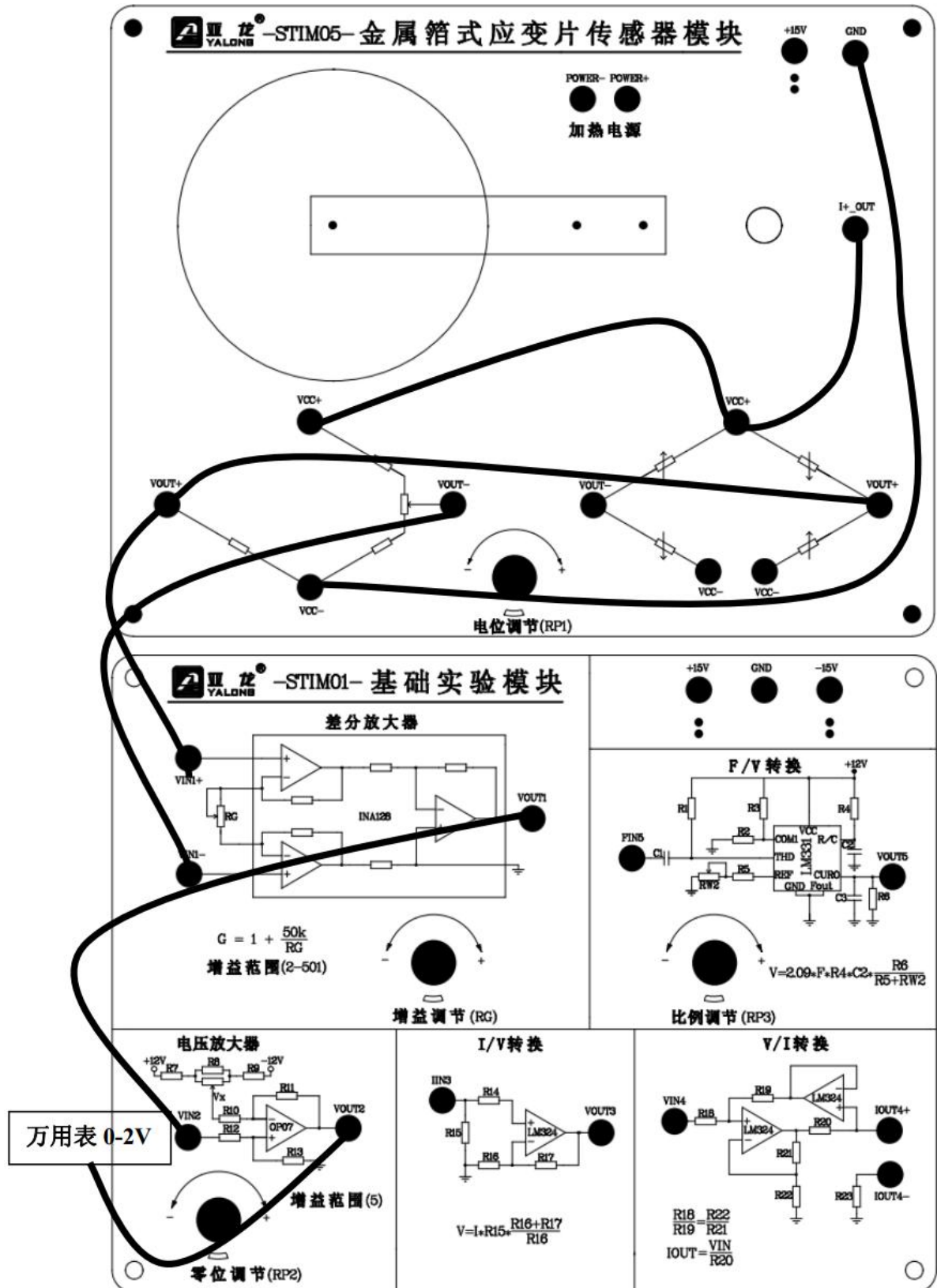
- 1、将 STIM-01 模块差分放大器增益调节到一个位置并保持不变。
- 2、做单臂实验。
 - 1) 按附图 1 连接好各模块，接上模块电源。
 - 2) 称重盘上不放任何东西，使 STIM-01 模块差动放大器上的增益调节到最大，调节 STIM-05 模块上的电位调节旋钮，使 STIM-01 模块差分放大输出 OUT1 接近于 0V (用万用表测得)。
 - 3) 调节 STIM-01 模块电压放大器上零位调节旋钮，使得 VOUT 输出 0mV。
 - 4) 逐个放上砝码进行实验。将实验数据记录在表格中。
- 3、做半桥实验。

按附图 2 连接好各模块，重复上面的 2)、3)、4) 步骤。
- 4、做全桥实验。

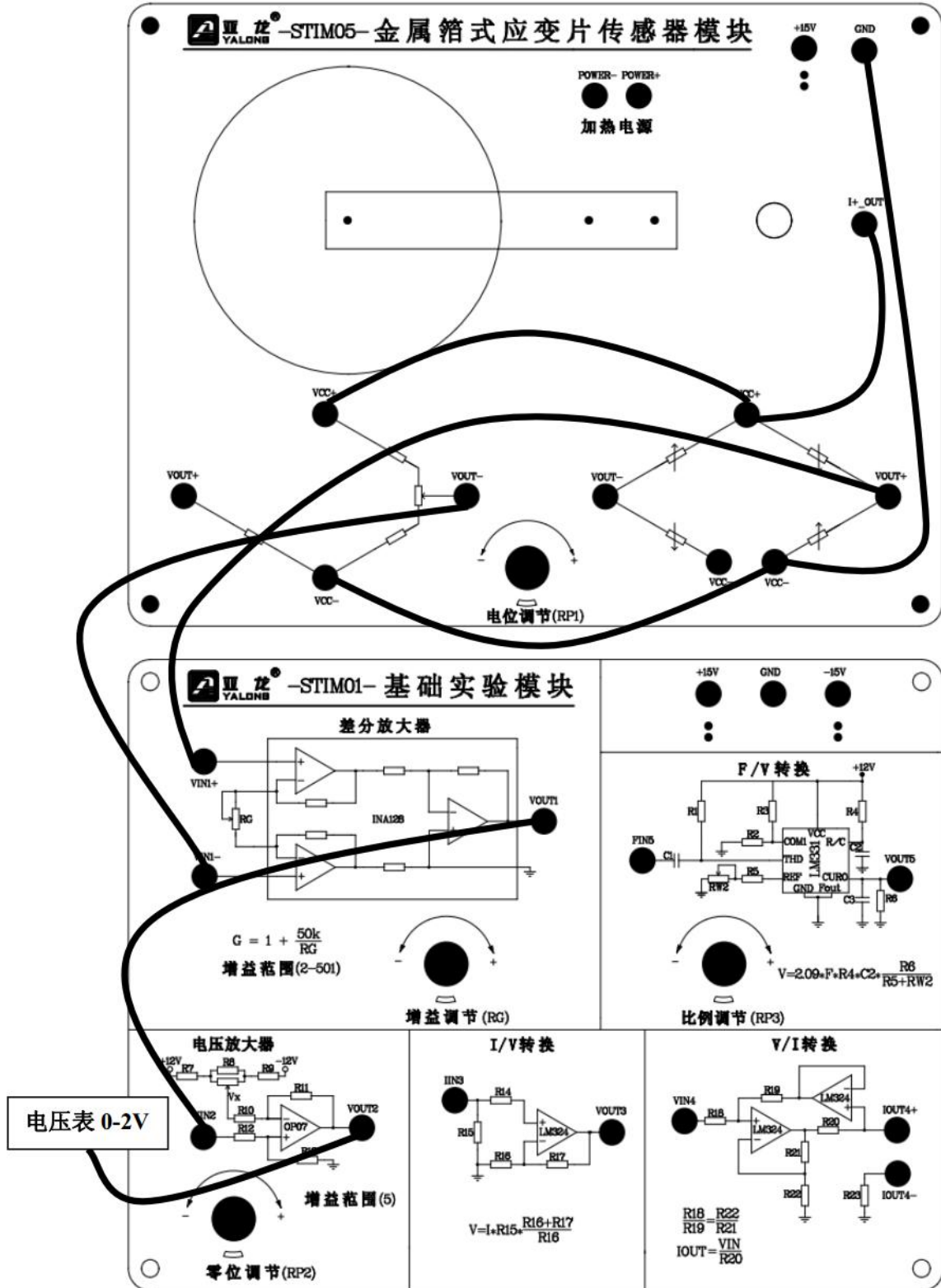
按附图 2 连接好各模块，重复上面的 2)、3)、4) 步骤。
- 5、根据所测得的数据进行比较。

砝码 (g)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
单臂 (mv)										
半桥 (mv)										
全桥 (mv)										

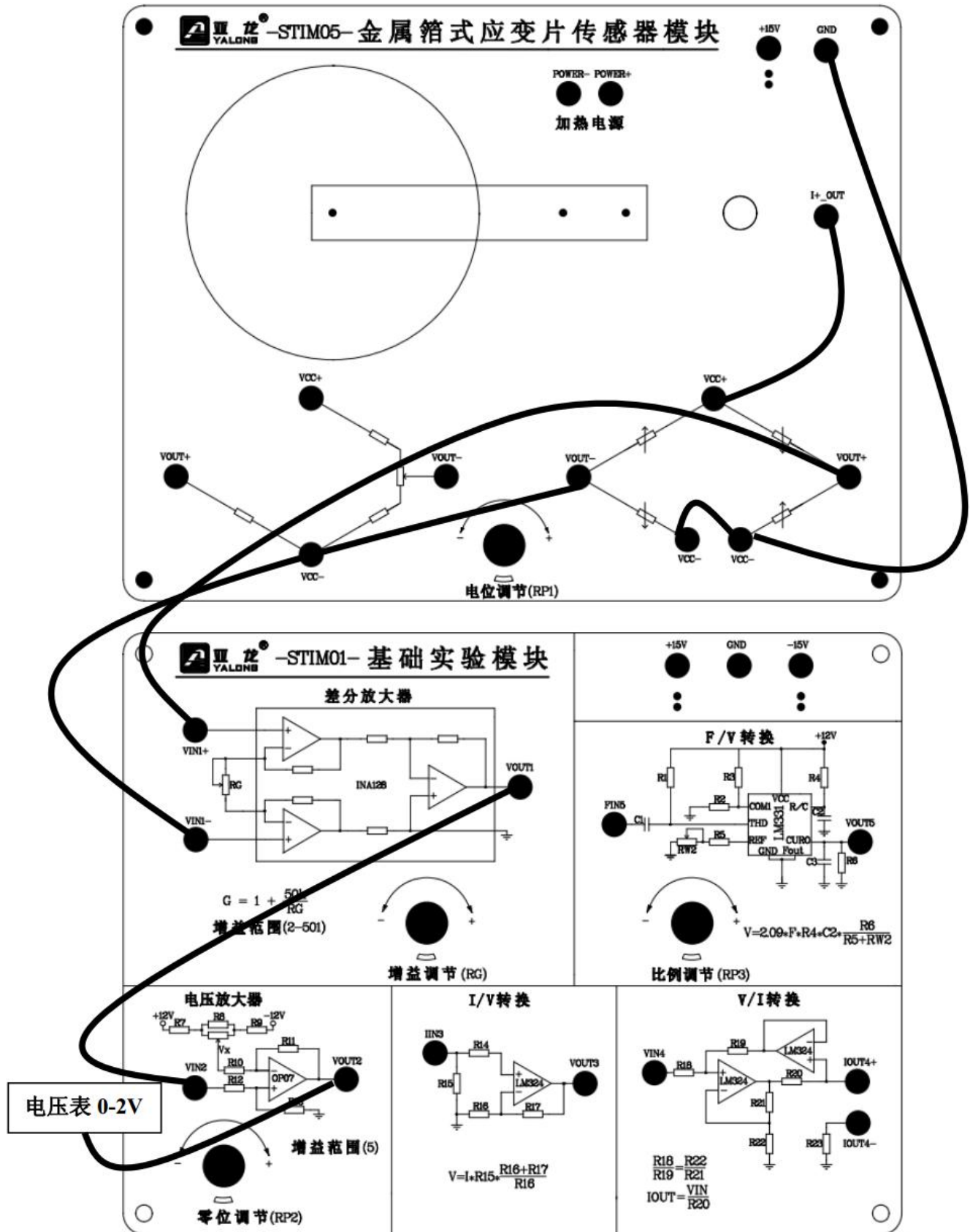
附图 1:



附图 2:



附图 3:



实训 12 使用压阻式压力传感器检测压力

一、实验目的

了解扩散硅压阻式压力传感器测量压力的原理和方法

二、实验设备与器件

- 1、 STIM-06 模块
- 2、 +5V 电源、万用表。
- 3、电子连线若干

三、实验原理

硅单晶体材料在受到外力作用产生微小应变时，其内部原子结构的电子能级状态会发生变化，从而导致其电阻率剧烈变化。用此材料制成的电阻也就出现极大变化，这种物理效应称为压阻效应。利用压阻效应的原理，将惠斯顿检测电桥通过 MEMS 技术制作在单晶硅片上，使的单晶硅片成为一个集应力敏感与力电转换为一体的敏感元件。

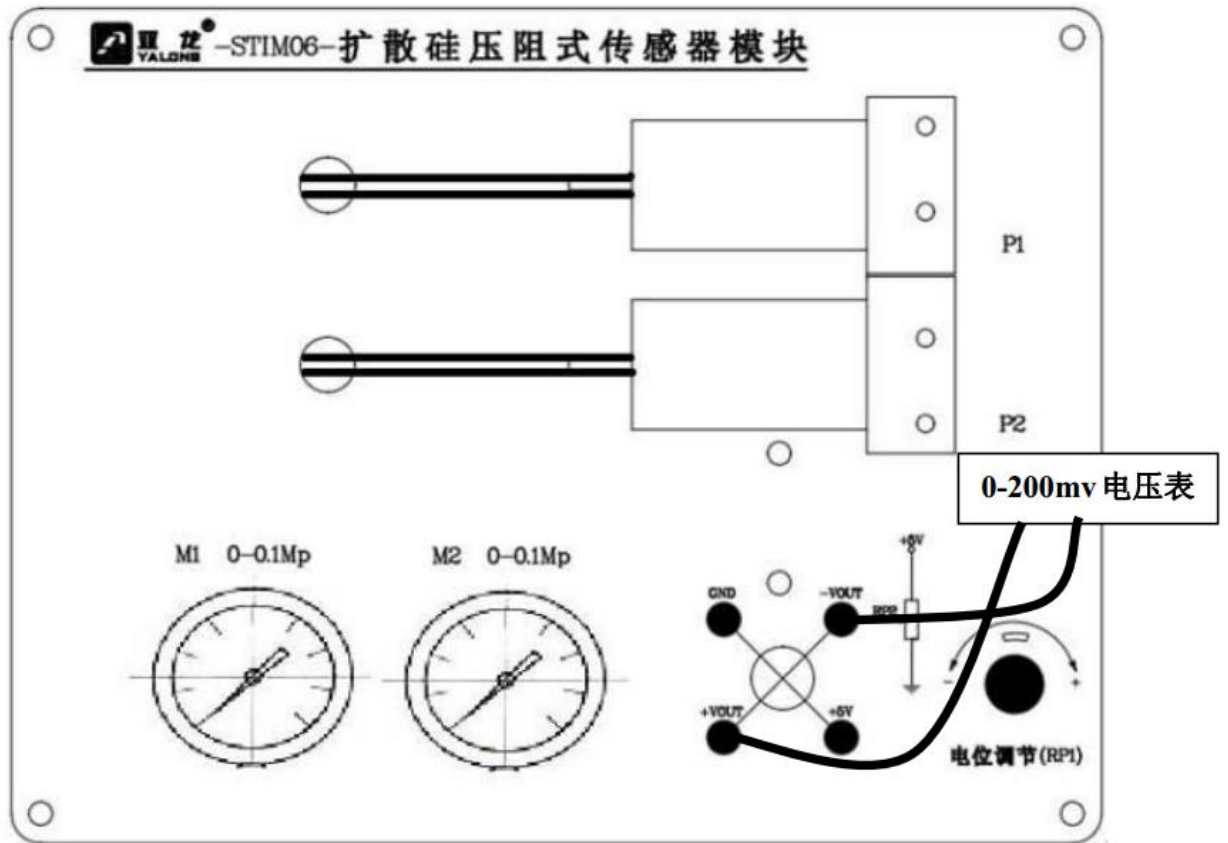
四、实验步骤

请参照扩散硅传感器模块配置调节压力：包括两个针筒、两个压力表以及扩散硅传感器。两个针筒分别用于调节两路压力并有两个压力表显示。扩散硅压阻式传感器 MPX10D 为一款无补偿扩散硅压力传感器，典型测量压差范围 0-10Kpa，最大测量压差范围 0-75Kpa，大于 100Kpa 将会损坏器件（请各位操作人员在试验注意不要将压力调节的太大，以免损坏压力表及传感器）。

- 1、按附图连接+5V 电源，接万用表并打到 0-200mv 档。
- 2、调节 P1、P21 旋钮，使压力表 M1、M2 显示为 0MPa。调节电位调节旋钮，使万用表测量值为 0mV。
- 3、调节 P1 旋钮，使压力表 M1 每增加 5KPa 压强，读出万用表显示的电压值，并填在下表格中。
- 4、重复步骤 2，调节 P2 旋钮，使压力表 M2 每增加 5KPa，读出万用表显示的电压值，并填在下表格中。

气压值(KPa)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P1 电压(mv)										
P2 电压(mv)										

附图：



实训 13 认识热电阻传感器

一、实验目的

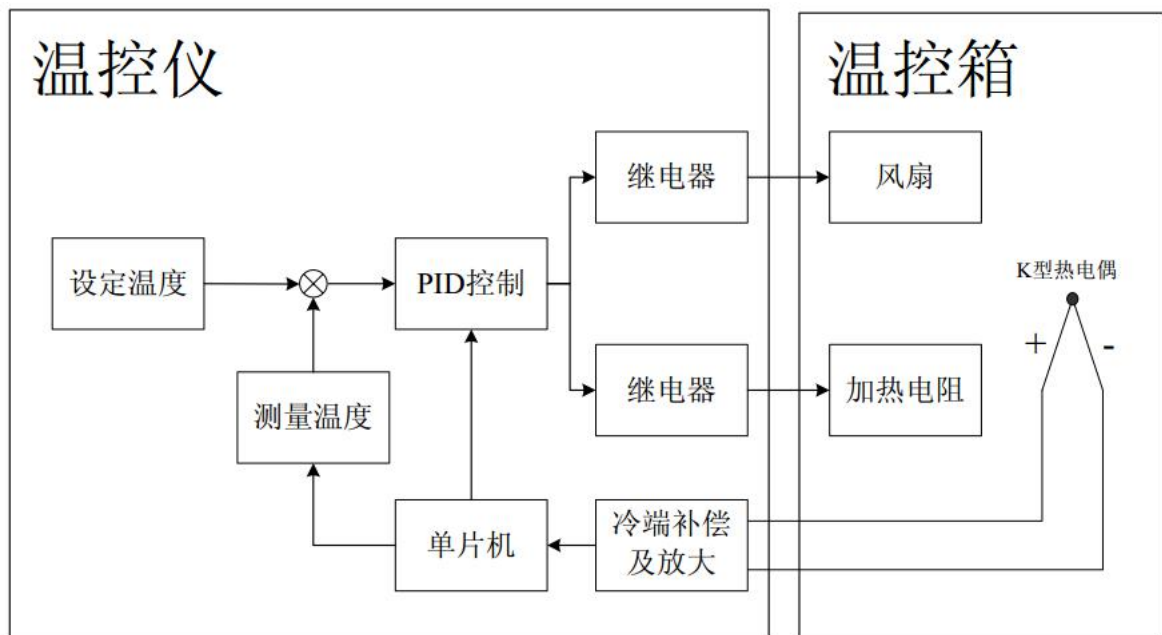
- 1、了解温控仪的工作原理及操作过程；
- 2、了解铜电阻温度传感器性能及其应用范围。

二、实验设备与器件

- 1、STIM-10 模块、STIM-11 模块、K 型热电偶（长）、Cu50。
- 2、电源+15V、±5V、万用表。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

温控仪是调控一体化智能温度控制仪表，它采用了全数字化集成设计，通过温度传感器对温控箱的温度自动进行采样、PID 处理、实时控制，当环境温度低于设置温度时触发启动加热控制，当环境温度高于设置温度时触发启动冷却控制，使温控箱内的温度趋于设定温度值。

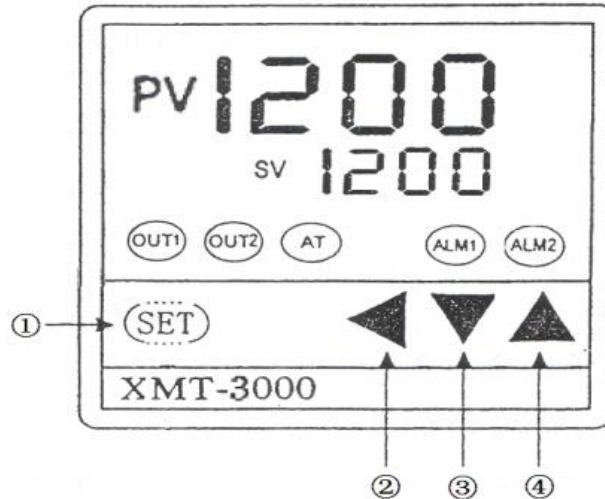


温控仪控制原理图

Cu50 温度传感器：铜热电阻，Cu50 表示它在 0℃时的阻值为 50Ω，它的阻值会随着温度的上升而均匀增长。

四、实验内容及步骤

- 1、打开实训台温控仪电源开关，参照温控仪操作说明设置温控仪参数。



说明：①设置键 ②移位键 ③设定值减少值 ④设定值增加值 PV 当前温度值 SV 设置温度值

OUT1\OUT2 输出指示灯 AT 自整定指示灯 ALM1\ALM2 报警指示灯 ALM2 第二报警指示灯
将 K 型热电偶接入主控箱面板温度控制中的温度传感器标准值插孔中，合上热源开关。上排 PV 窗口显示测量值，下排 SV 窗口显示设定值。要想修改设定值时，请在正常的显示方式下，按一下 SET 键，PV 窗口显示“SP”，SV 窗口显示已设置的值，此时按▲键向上调节设定值，按▼键向下调节设定值，（长时间按住▲键或▼键可实现快加或快减）按◀键移到下移位设定值，按 SET 键来完成确认修改。

要想修改“SP”以外的参数值，请在正常显示方式下，按住 SET 键 3 秒以上，即可进入内部参数设定，根据应用系统需要设置不同的参数值，分别“AL1”、“AL2”、“Pb”、“P”、“I”、“D”、“AT”、“Lock”，应请有经验的操作人员设定。当然也可以通过打开自整定参数功能来实现 PID 参数和自动整定。

“AT”值的默认值为 OFF，将其设置成 ON 后，面板上的 AT 指示灯亮，仪表按照普通的二位式调节仪表来控制系统，经过上下 3 个振荡周期后，将会得出系统设定点的最佳 PID 参数值。启用自整定时，应尽量避免引入任何的干扰信号，否则将可能导致得出不正确的参数，破坏系统的正常运行。（注意：开启自整定功能前请先确定设定值，自整定的参数只对应该设定点在该系统的相对参数）加热源电源输出端—可提供 18V 交流 5A 功率电源。将电源连接到加热模块中，控制温度精度±1℃。

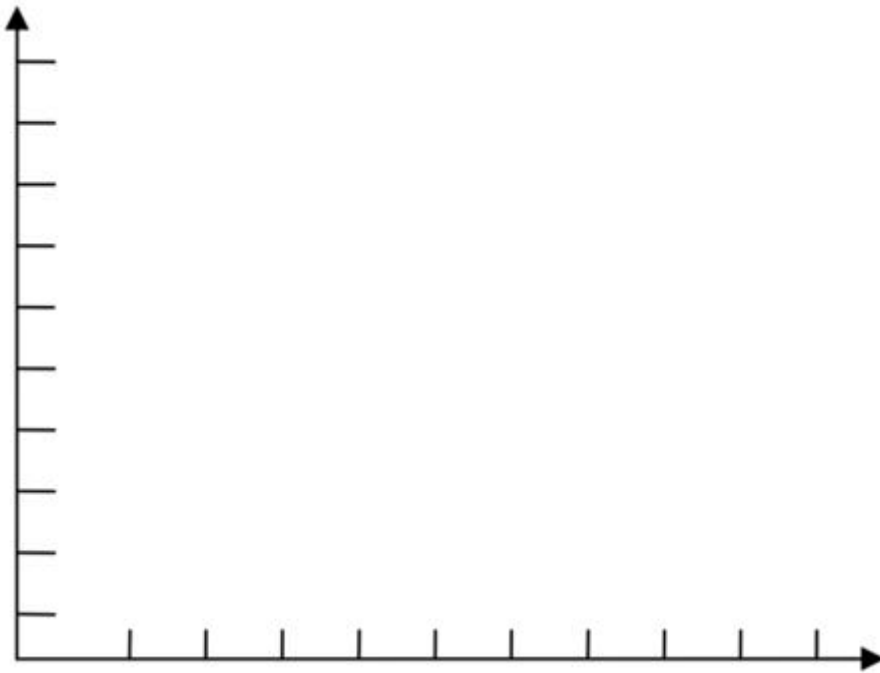
2、按附图所示连接各模块。设定需要加热的温度，观察实际温度值是否能在设定温度值上达到动态平衡。并将 K 型热电偶（长）和 Cu50 传感器放入温控箱中。

3、按下表的调节温控箱温度，并将各温度下万用表显示的数据记录到表格中。

温度(℃)	40	45	50	55	60	65	70	75	80
OUT(mv)									

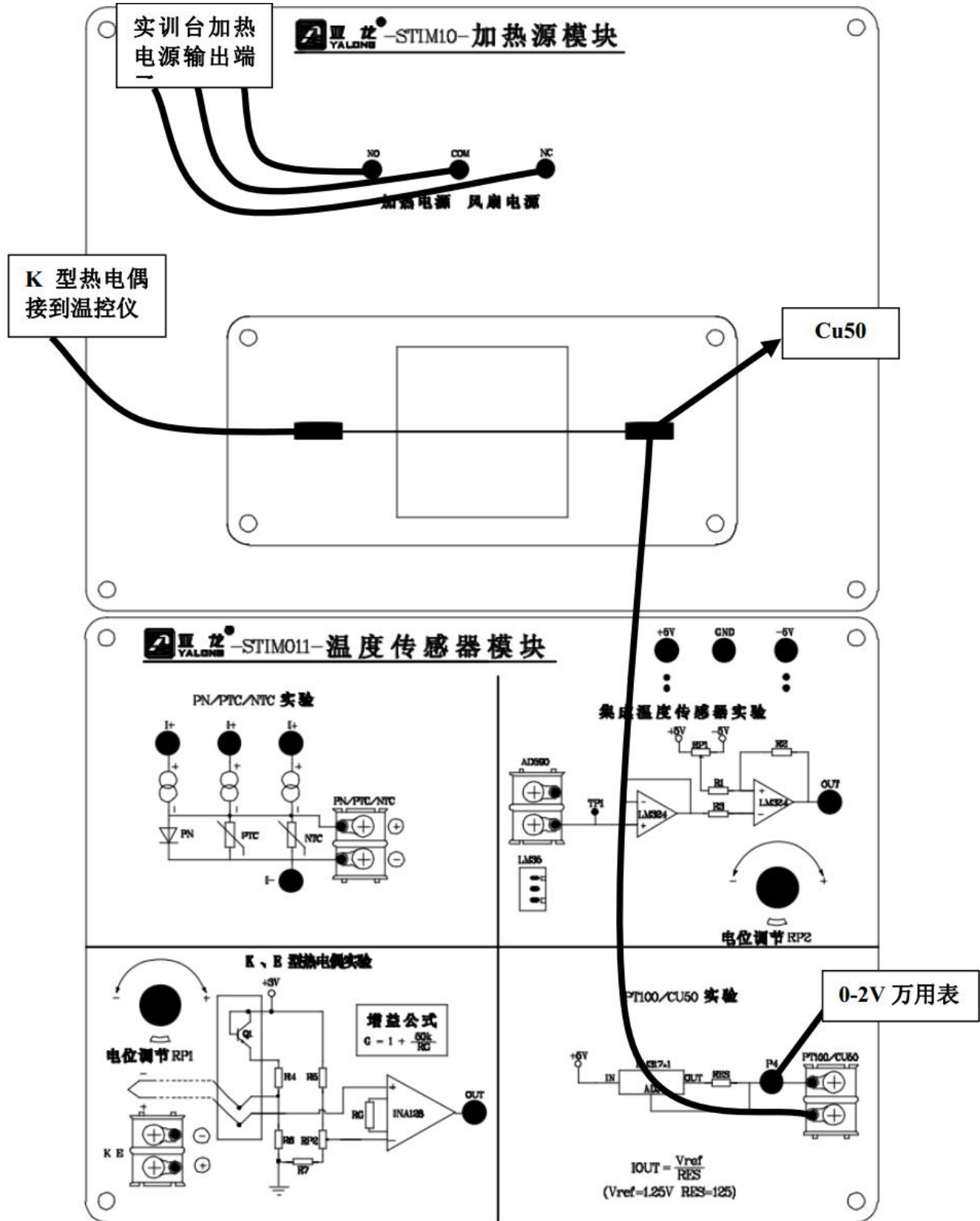
4、由于 Cu50 是由恒流源(电流值为 10mA)供电，故可由 Cu50 两端电压值求得其电阻值。 $R=V_{OUT}/10mA$ 。

画出 Cu50 的电阻—温度曲线。



Cu50 铜电阻温度特性曲线图

附图:



实训 14 使用热电阻温度传感器检测铂的温升曲线

一、实验目的

了解铂电阻温度传感器性能及其应用范围

二、实验设备与器件

- 1、STIM-10 模块、STIM-11 模块、K 型热电偶（长）、Pt100。
- 2、电源+15V、±5V、万用表。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

Pt100 温度传感器：铂热电阻，Pt100 表示它在 0℃时的阻值为 100Ω，它的阻值会随温度的上升而成近似均匀的增长，但实际上 Pt100 的阻值与温度不是简单的正比例关系，而更应该趋近于一条抛物线。

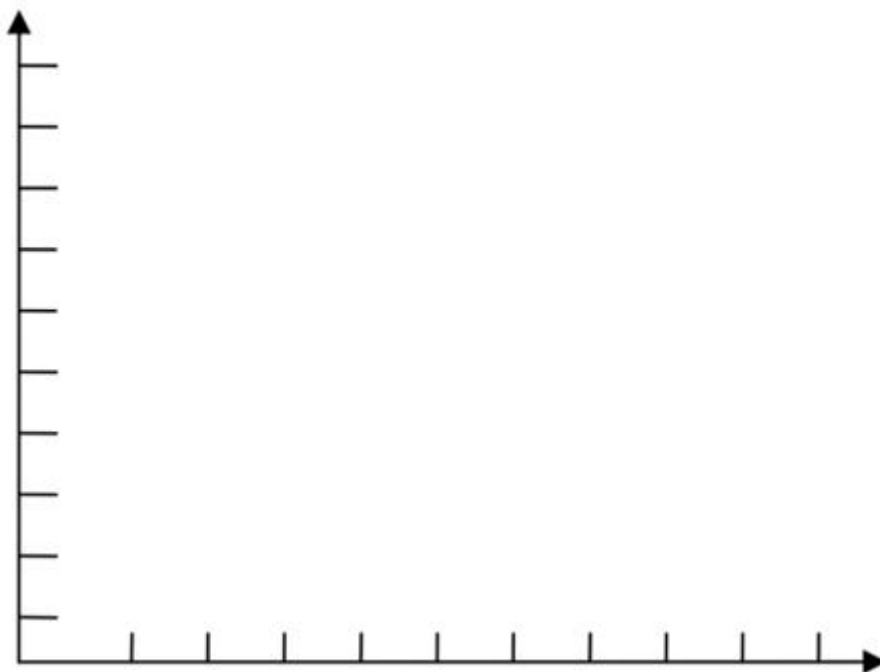
四、实验内容及步骤

- 1、打开实训台温控仪电源开关，参照上次实验中温控仪操作说明设置温控仪参数。
- 2、如图所示连接各模块。并将 K 型热电偶（长）和 Pt100 传感器放入温控箱中。
- 3、按下表的调节温控箱温度，并将各温度下万用表显示的数据记录到表格中。

温度(℃)	40	45	50	55	60	65	70	75	80
OUT(mv)									

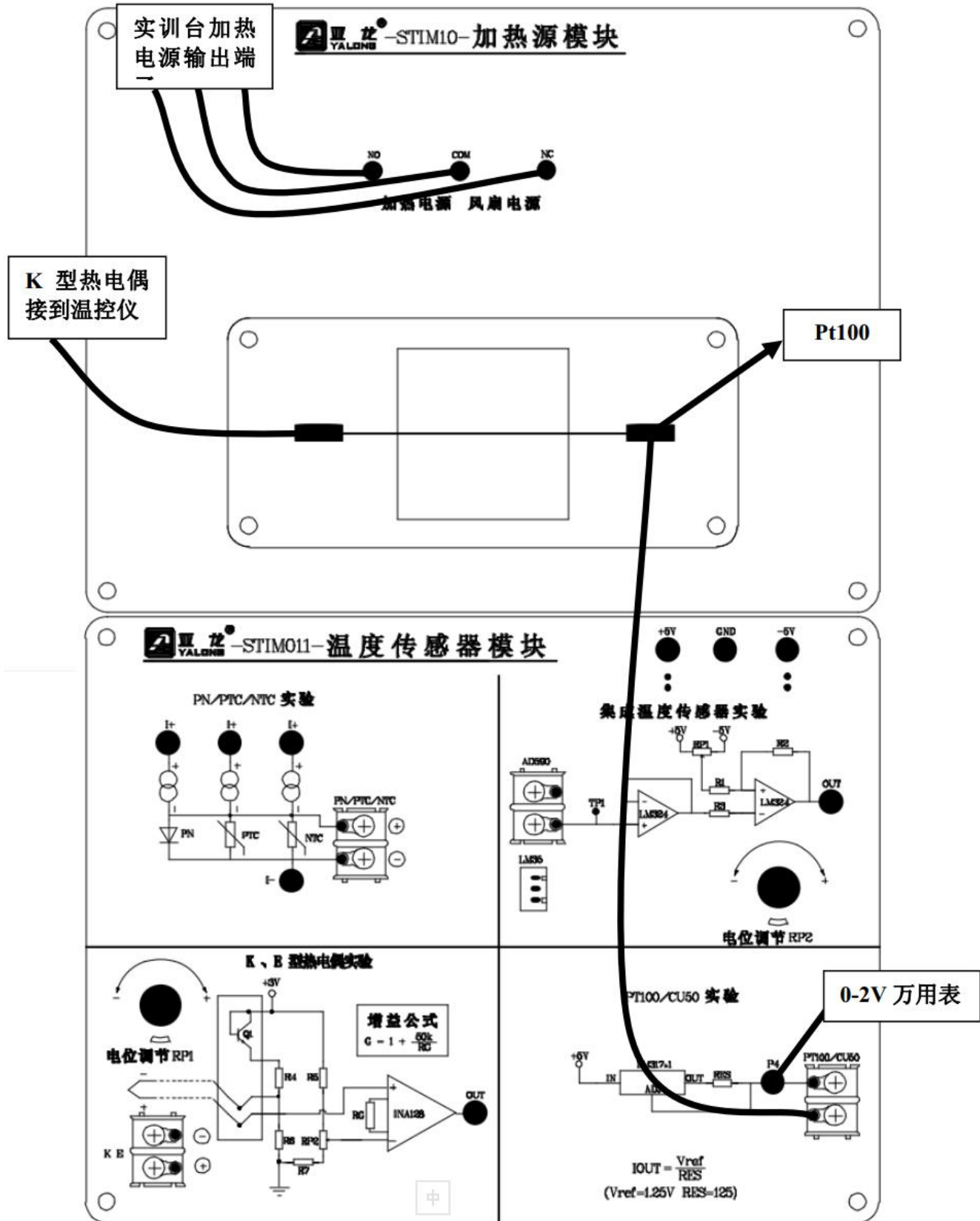
- 4、由于 Pt100 是由恒流源(电流值为 10mA)供电，故可由 Pt100 两端电压值求得其电阻值。 $R=V_{OUT}/10mA$ 。

画出 Pt100 的电阻—温度曲线。



Pt100 铂电阻温度特性曲线图

附图：



实训 15 使用热电偶温度传感器检测温度对电动势的影响

一、实验目的

了解热电偶基本原理，了解 K 型热电偶性能及其应用范围。

二、实验设备与器件

- 1、STIM-10 模块、STIM-11 模块、K 型热电偶（长）、K 型热电偶（短）。
- 2、电源+15V、±5V、万用表。
- 3、电子连线若干。

三、实验原理

热电偶是一种感温元件，它直接测量温度，并把温度信号转换成热电动势信号。热电偶测温的基本原理是两种不同成分的导体两端接合成回路，当两个接合点的温度不同时，回路中会有电流通过，此时两端之间就存在电动势——热电动势，这就是所谓的赛贝克效应。两种不同成份的均质导体称为热电极，直接用作测量介质温度一端叫工作端，另一端叫冷端（冷端需要加温度补偿），国际上根据热电极材料不同分成若干分度号，常用的有 K（镍铬-镍硅）、E（镍铬-铜镍）型热电偶。根据热电偶的热电动势与温度的函数关系，制成热电偶分度表，分度表是由冷端在 0℃时的条件下得到的，不同的热电偶具有不同的分度表。

热电偶自动补偿设计，以 K 型热电偶为例。K 型热电偶具有正的电压温度系数， $\alpha_{TK} \approx 40\mu V/^\circ C$ 。假定被测温度 $T = 100^\circ C$ （热端），室温 $T_A = 20^\circ C$ （冷端），此时热电势 $e = \alpha_{TK} \cdot (T - T_A) = 40\mu V/^\circ C \times (100 - 20)^\circ C = 3.2 mV$ 。这恰好对应于 80℃的毫伏值。这表明，测量 100℃温度时仪表仅显示 80℃，比实际被测温度低 20℃，而 20℃就对应于 0.798mV。若将 e 视为电源，只要给它串联一个附加 0.8mV 热电势 e_1 ，使 $(e + e_1)$ 恰好等于 100℃所对应的热电势，则仪表可显示 100℃。实际上只需要把冷端电位降低 e_1 值，就相当于串入反极性的附加电势 e_1 ，这样热端得电位就提升到 $(e + e_1)$ 。热电偶补偿电路参考 STIM-11 模块上电路，根据 NPN 晶体管发射结的正向导通压降 V_{BE} 与温度 T 成正比，且电压温度系数 α_{TBE} 为负值，通常 $\alpha_{TBE} = -(2.0 \sim 2.5) mV/^\circ C$ 。以 S9013 为例 $\alpha_{TBE} = -2.4 mV/^\circ C$ ，当冷端温度 $T_A = 20^\circ C$ 时，发射结正向电压的变化量 $\Delta V_{BE} = -48 mV$ 。 ΔV_{BE} 经过 R_4 、 R_6 分压，使冷端温度降低 ΔV_A ，调节 R_4 、 R_6 的比例使 $\Delta V_A \approx -0.8 mV$ ，这正是 K 型热电偶在参考端温度为 20℃时所需要的补偿电势 e_1 。

四、实验内容及步骤

- 1、如图所示连接热电偶。并将 K 型热电偶（长）和 K 型热电偶（短）放入温控箱中。
- 2、打开实训台温控仪电源开关，参照温控仪操作说明设置温控仪参数。
- 3、根据温控仪显示的当前温度值，查找 K 型热电偶的电势，OUT 接上万用表，由于 K 型热电偶后级所接的差分放大电路的增益为 1000，所以通过电位调节（RP1）使万用表显示值为当前 K 型热电偶的电势的 1000 倍。即冷端 0℃校准。
- 4、如图所示接上加热电源与风扇电源。
- 5、按下表的调节温控箱温度，并读取各温度下万用表显示的数据，并根据公式 $E = OUT/1000$ ，从而求出 K 型热电偶电动势。

温度(℃)	40	45	50	55	60	65	70	75	80
E (mV)									

机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《UG NX 10.0 机械三维设计项目教程》

实训项目：

实训 1：UG NX10.0 应用体验

实训 2：阀盖三维建模

实训 3：轴承座零件的实体建模

实训 4：盒盖零件的实体建模

实训 5：轴类零件实体建模

实训 6：建立相机壳三维建模及工程图设计

实训 7：机械部件三维装配与工程图设计

实训 1：UG NX10.0 应用体验

重点内容

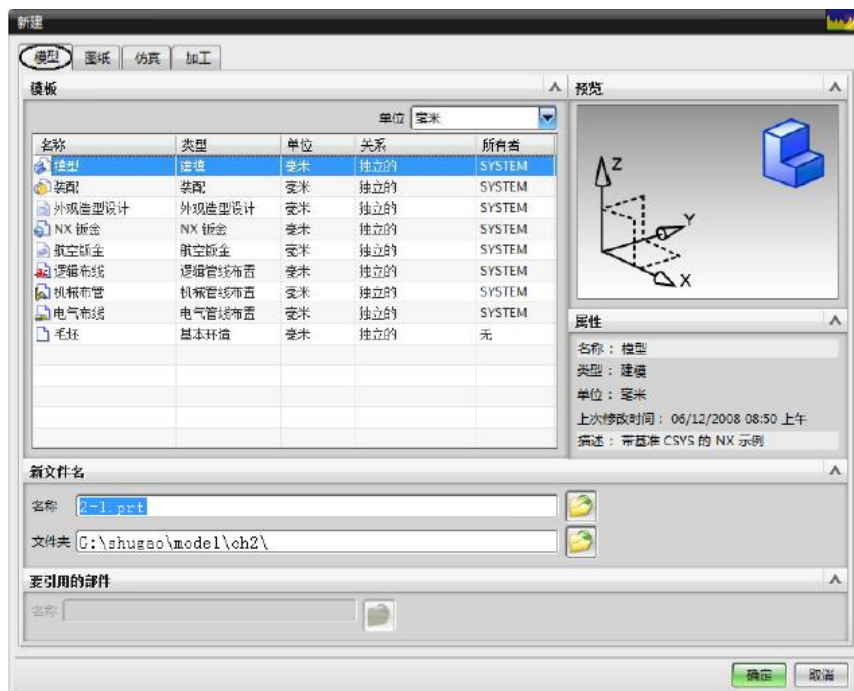
本项目通过一个具体实例，介绍 UG NX10.0 产品建模的流程。从新建文件开始，到最终完成该实例，整个例子包含草图创建、实体模型创建和产品工程图。

学习目标

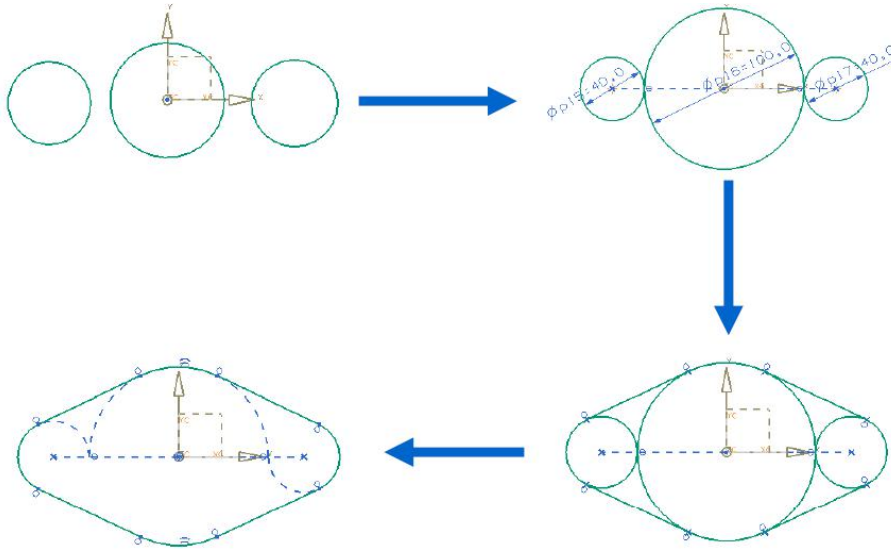
- 掌握产品建模流程
- 了解草图的创建
- 了解实体建模
- 了解绘制工程图

产品建模典型流程

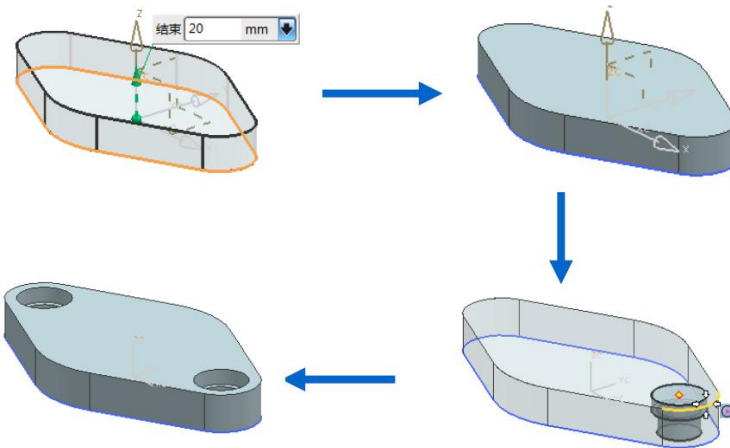
- 典型流程
- 启动 UG NX 软件
- 新建一个文件或打开一个已存在的文件
- 调用相应的模块
- 选择具体的命令进行相关操作
- 保存文件
- 退出 UG NX 系统
- 具有操作过程：创建一个图形文件



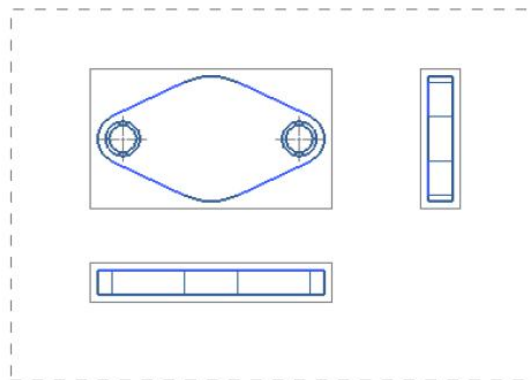
绘制产品的草图



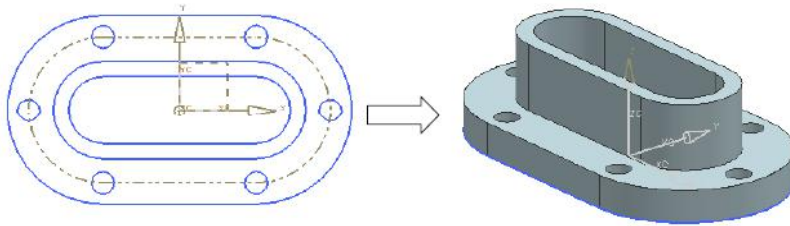
构造产品的三维模型



绘制产品的工程图



本节通过绘制一个基座截面作为实例讲解创建草图的整个过程，如下图所示。



实训小结

项目详细介绍了UG的草图功能，主要包括草图与草图对象的创建，添加草图约束，对草图和草图对象的各种操作以及草图管理等方面的知识。通过实例，对各选项的功能均作了比较详细的介绍，并且最后通过一个完整的例子将草图功能作了一个比较系统的描述。

实训 2：阀盖三维建模

学习目标

1. 能熟悉UG软件用户界面
2. 能掌握简单草图的创建
3. 会使用回转体、抽壳、孔、边倒圆等简单命令
4. 会设置快捷键和鼠标的操作
5. 能对资源条、类选择器、构造器、对话框等知识有一定了解

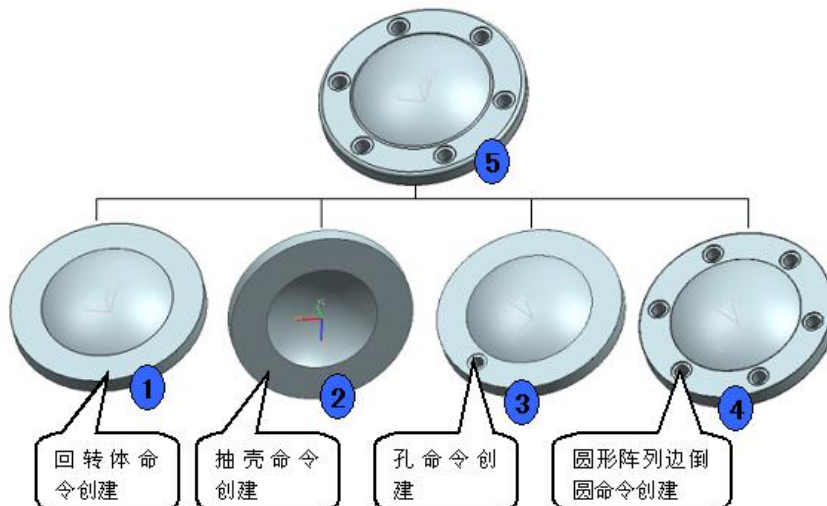
一、工作任务分析

完成阀盖后的设计模型如图 2-1。



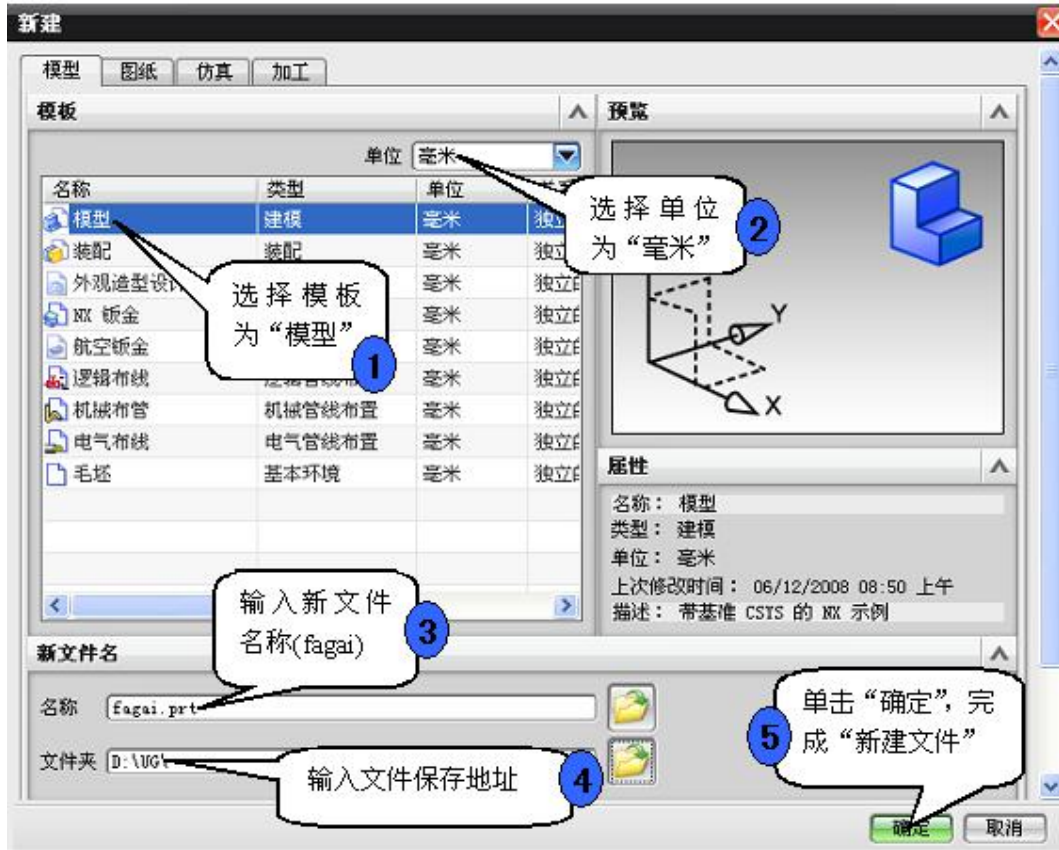
图 2-1

图 2-1 是已经完成的阀盖模型，从图中可看出模型是盘类零件，在建模时只需创建一个草图，然后通过回转命令创建阀盖主体。

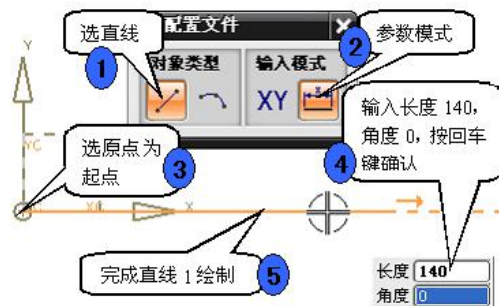
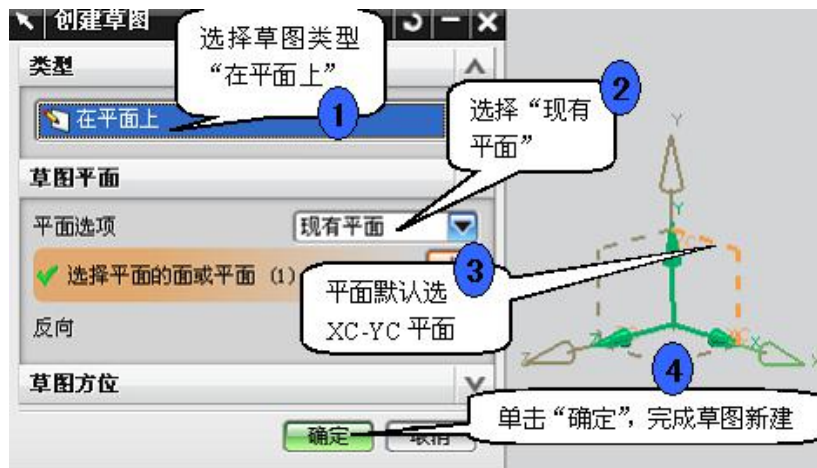


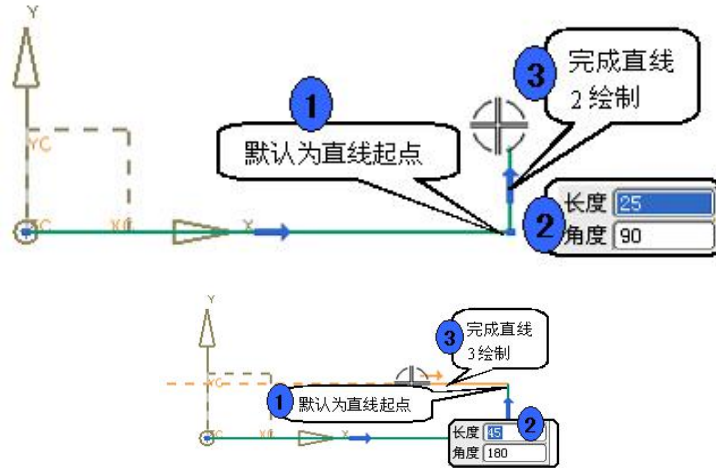
二、阀盖草图创建

(1) 新建阀盖零件

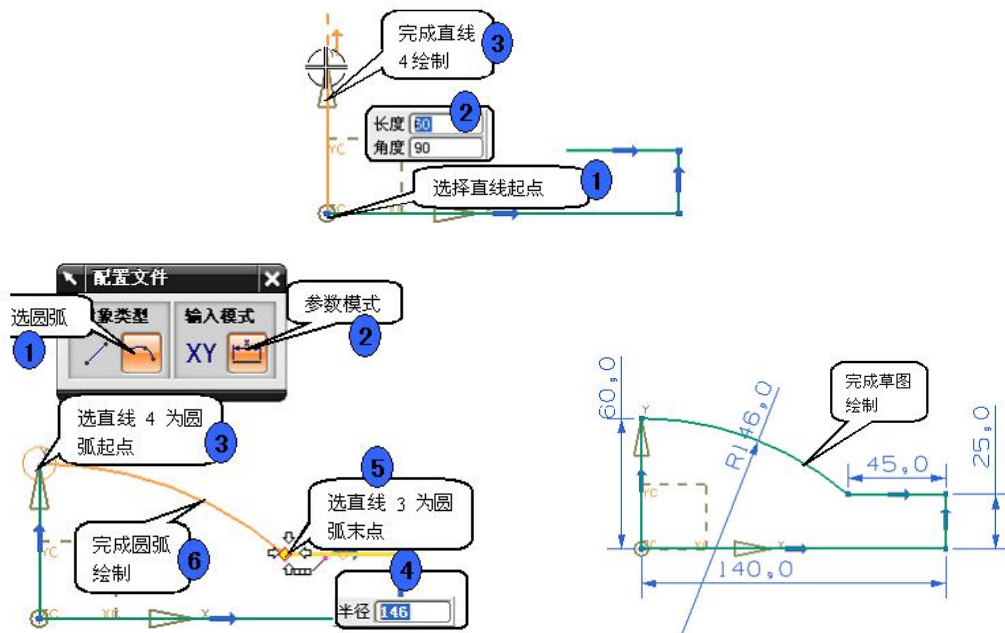


(2) 阀盖草图创建 1



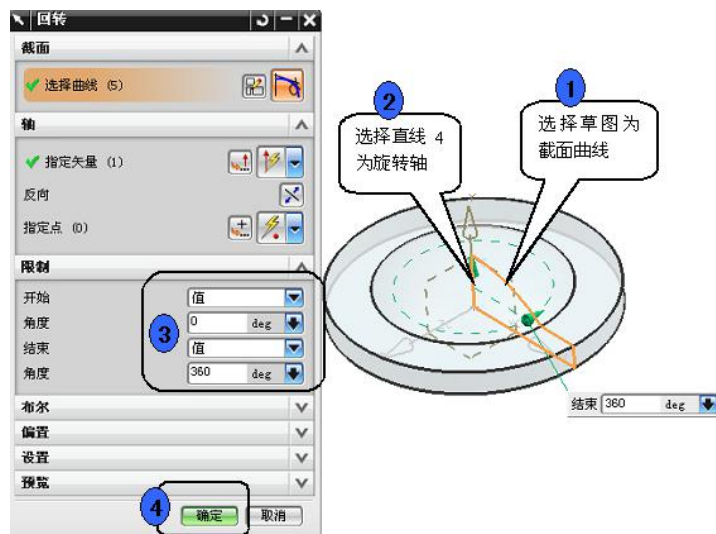


(3) 阀盖草图创建 2

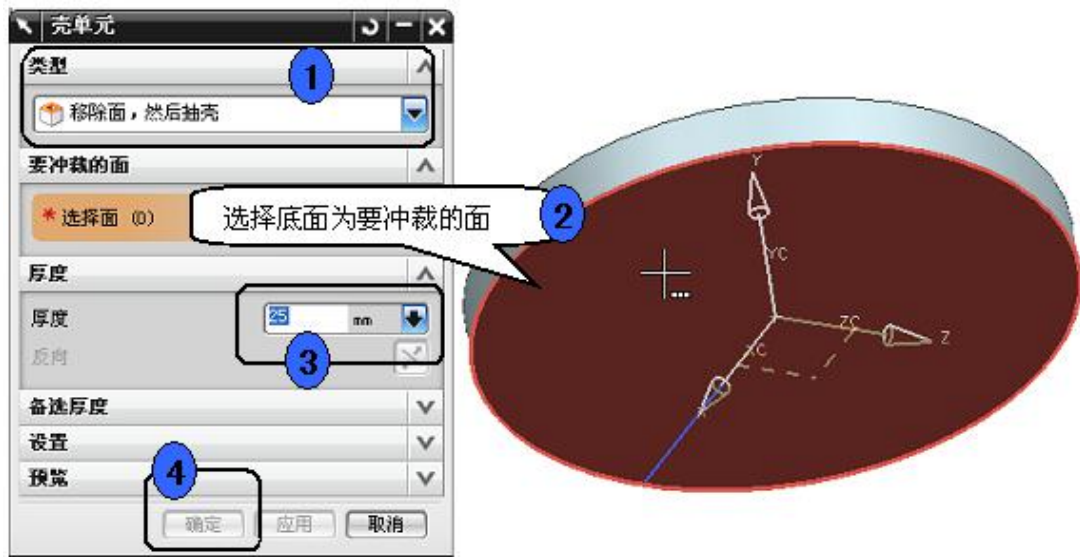


三、 阀盖实体创建

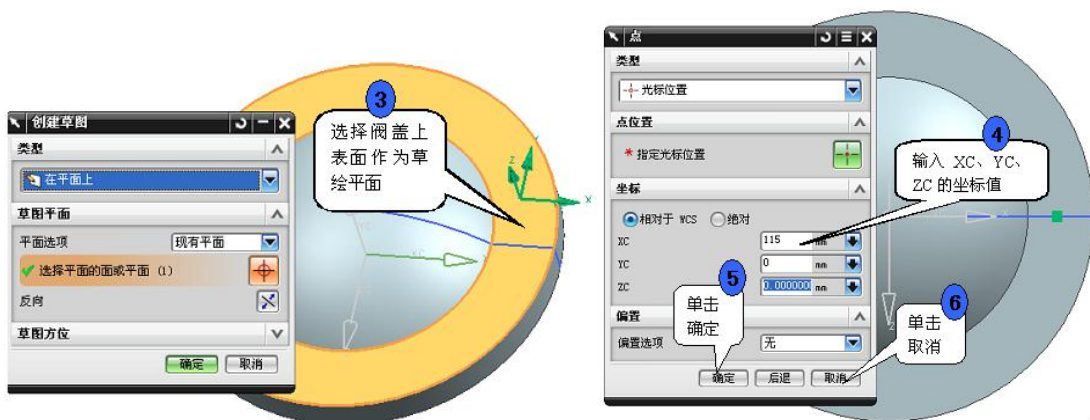
(4) 阀盖回转体创建

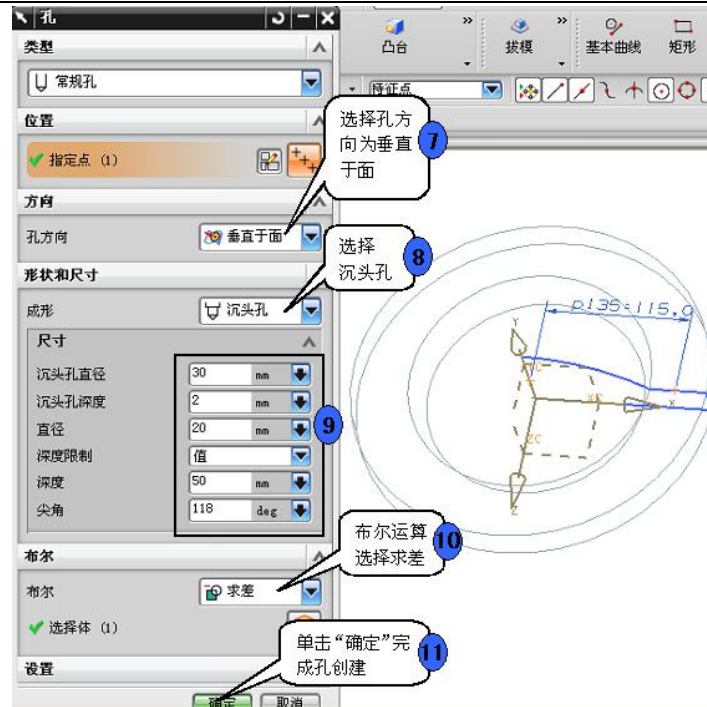


(6) 阀盖抽壳操作

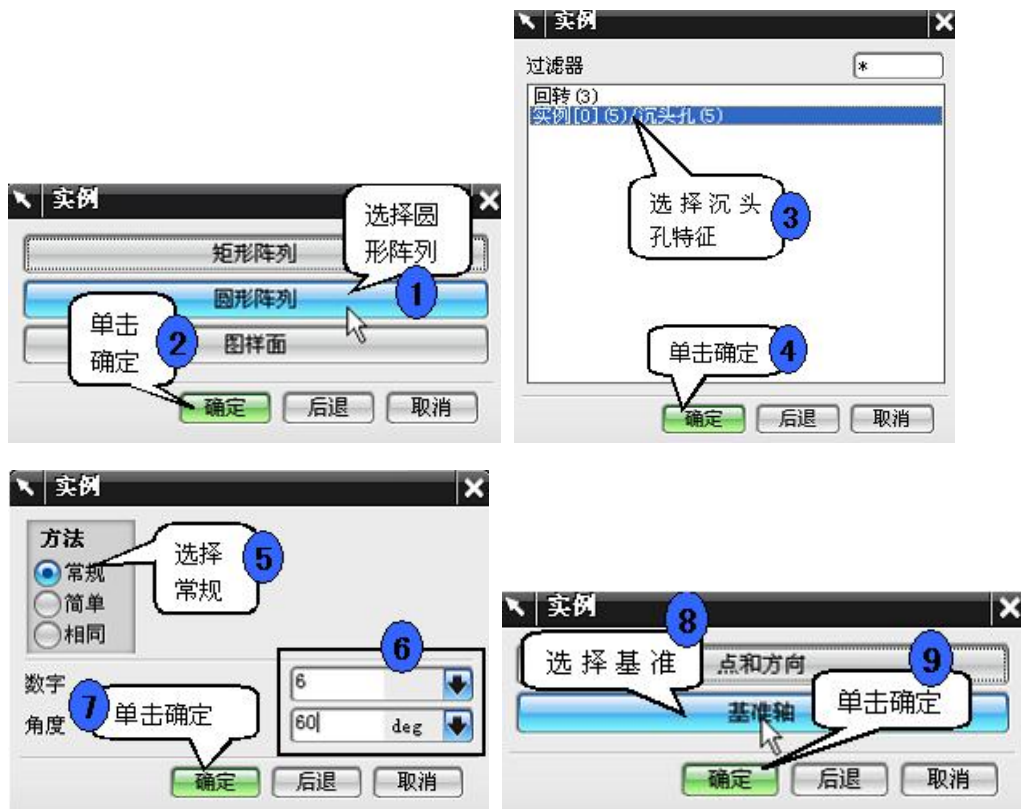


(7) 阀盖孔创建





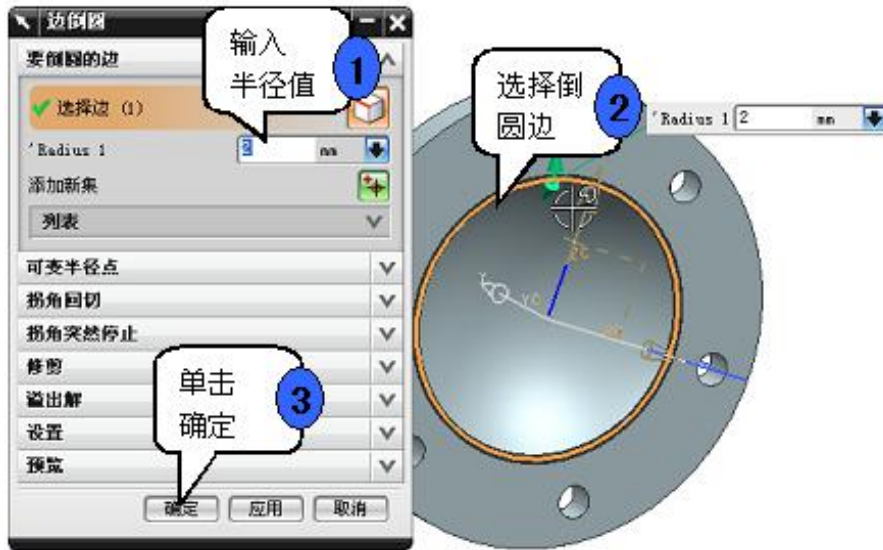
(8) 阀盖孔阵列操作 1



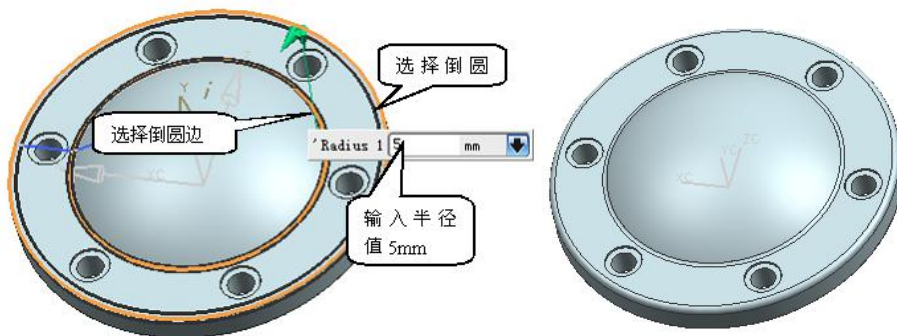
(9) 阀盖孔阵列操作 2



(10) 阀盖倒圆角 1



(10) 阀盖倒圆角 2



实训小结

本项目主要通过项目工作任务分析、项目实施步骤详细讲解三维模型的建立过程，引入简单零件阀盖作为三维建模入门载体，使读者对软件操作有一定了解，并能够进行简单操作及零件建模。

实训 3：轴承座零件的实体建模

学习目标

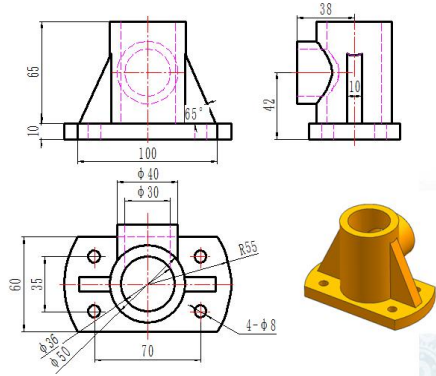
1. 能熟悉轴承座零件基本结构组成
2. 会使用布尔运算、抽壳、孔、圆柱等简单命令
3. 会设置快捷键和鼠标的操作

4. 能对草图绘制，模型建立等知识有一定了解

一、工作任务分析

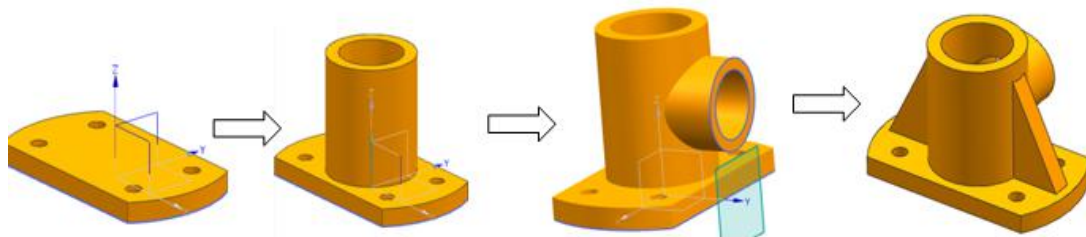
完成轴承座后的设计模型如图 3-1。

1. 轴承座 1

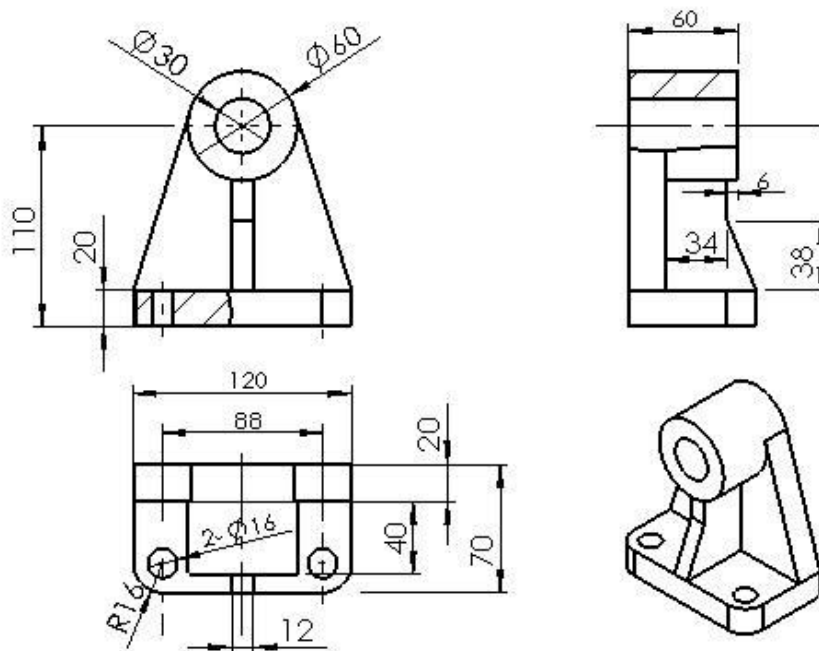


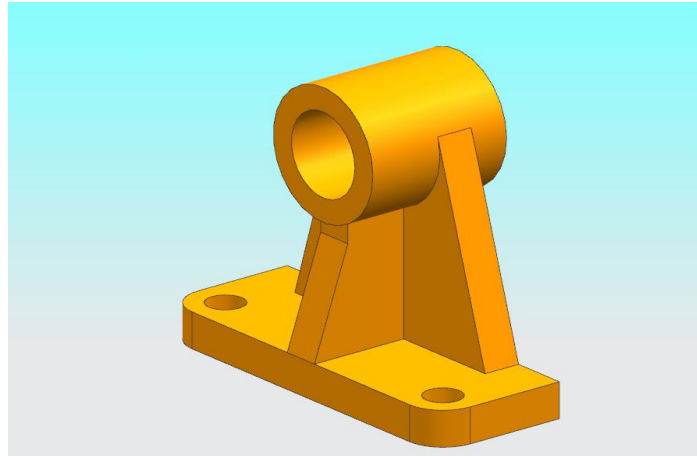
二、支座实体建模设计思路

1、创建底盘；2、创建竖直套；3、创建直插水平套；4、创建筋板。



三、轴承座模型（拓展）





实训小结

本项目主要通过项目工作任务分析、项目实施步骤详细讲解轴承座的建立过程，学习草图的绘制，孔命令的使用等相关操作，使读学生对软件操作进一步了解，并能够进行简单操作及零件建模。

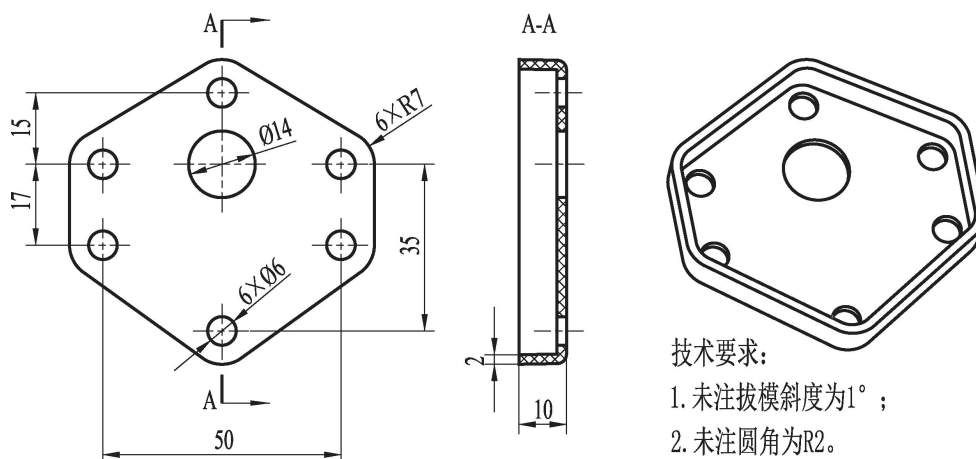
实训 4：盒盖零件的实体建模

学习目标

1. 能熟悉盒盖类零件的结构及其特点
2. 掌握盒盖零件三维建模的一般顺序
3. 进一步熟练二维草绘中椭圆的绘制、曲线的偏置等操作
4. 掌握拉伸拔模设置及抽壳特征的创建等

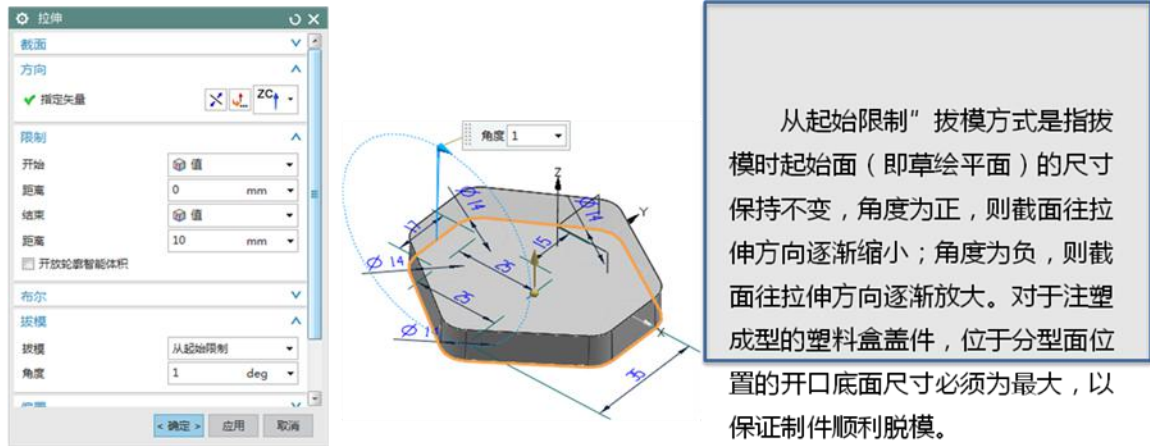
一、工作任务分析

完成六角盖三维建模设计如图 4-1。塑料盒盖零件一般通过注塑模具成型，故其结构特点包括：壳体均匀、沿开模方向的竖直面设置有拔模斜度。盒盖零件的一般建模流程为：① 主体拉伸并设置拔模→② 顶边倒圆角→③ 抽壳→④ 壳体上的其他特征创建。六角盖零件外形尺寸由角上的 6 个“Φ 6”孔的孔间距确定，6 个角上的圆弧与“Φ 6”孔同心，所以角上的圆弧必须在绘制拉伸截面时绘制，不能通过倒圆角创建。六角盖工程图包括 3 个视图：主视图、剖视图和定向视图。因为零件材料为塑料，所以剖面线为网格线。

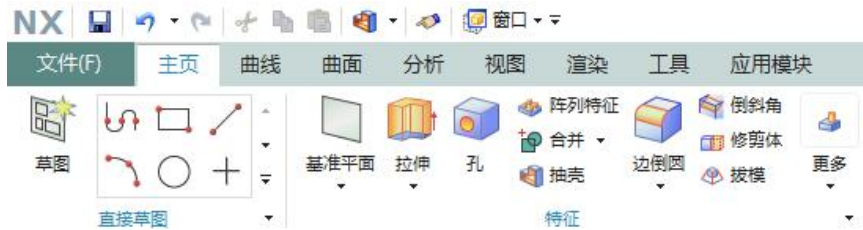


二、建模设计过程

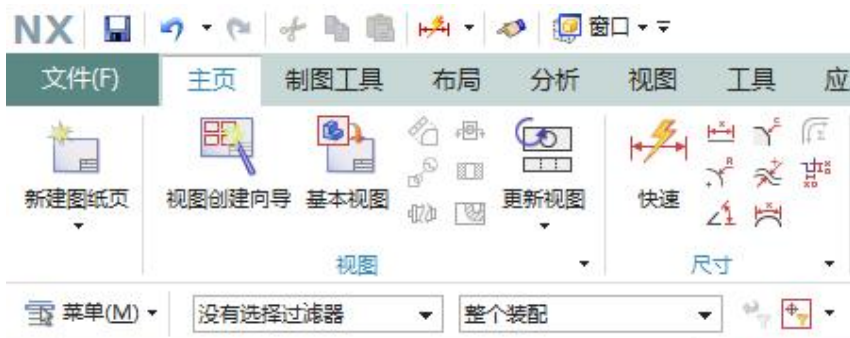
拉伸拔模设置：创建拉伸特征时，在“拉伸”对话框的“拔模”标签栏中进行设置，可对拔模特征的侧面进行拔模处理，如下图所示。



抽壳：创建抽壳特征的基本操作流程为：① 单击“抽壳”按钮，弹出“抽壳”对话框→② 选取抽壳要移除的面→③ 设置壳体的厚度→④ 单击对话框中的“确定”或“应用”按钮完成抽壳特征的创建。



创建定向视图：使用“基本视图”对话框中的“定向视图”按钮，可按指定的视图方向生成三维模型的视图。





实训总结

塑料盒盖零件一般为注塑成型件，一般都必须设置拔模角度，最大截面处为开口面。其建模顺序一般为：实体创建→倒角→抽壳→创建壳上的其他小特征。一般说来，倒圆角不在实体截面草绘中绘制，但是如果圆角中心为实体尺寸的驱动参考，则必须通过圆角绘制来确定。一些轮廓边线经过倒圆角处理后，无法在工程图中标注尺寸，可以先显示单独的边线草图，进行标注后再将草图隐藏。

实训 5：轴类零件实体建模

学习目标

1. 通过学习，掌握圆弧轴的建模过程
2. 掌握尺寸约束的使用，草图的绘制
3. 掌握倒角特征、尺寸标注、基准平面的建立

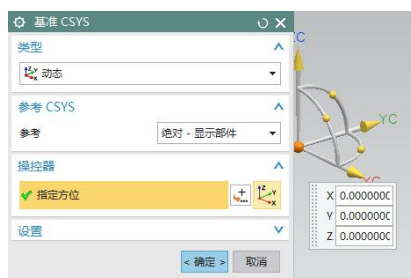
一、工作任务分析

1. 绘制圆弧轴草图；
2. 尺寸约束；
3. 回转形成实体；
4. 创建孔。

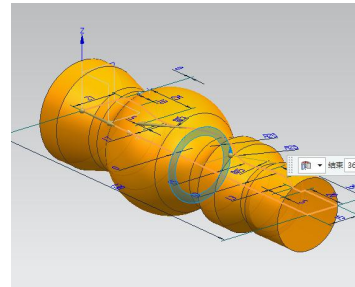
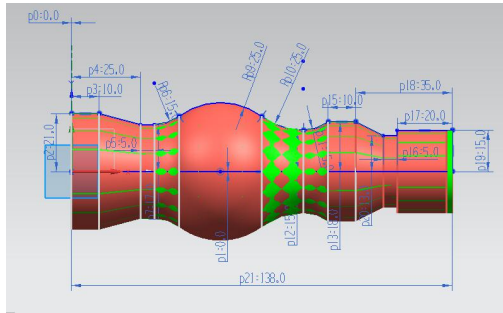
二、建模设计过程

完成圆弧轴的设计模型如图 3-1。

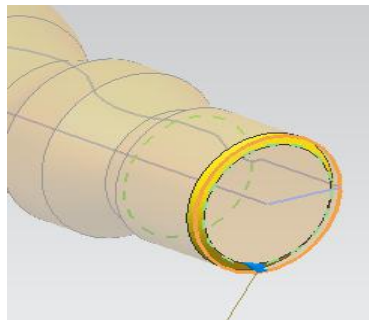
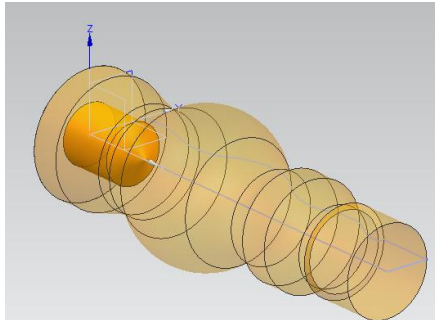
1. 单击主页选项卡,选择拉伸命令,进入 xz 平面画草图。



2. 几何约束，尺寸约束。



3. 回转。



4. 创建螺纹孔，中心孔。



实训总结

本节课的教学任务基本顺利完成，学生也能独立完成圆弧轴零件的建模过程，并能绘制相应的工程图，培养学生在建模过程中应用分析以及解决问题的能力。

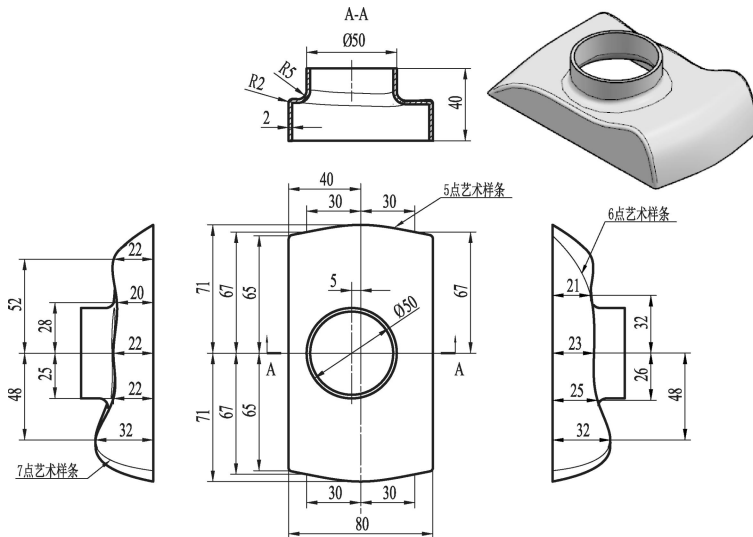
实训 6：建立相机壳三维建模及工程图设计

学习目标

1. 应了解曲面零件的结构特点及工艺分析，掌握曲面零件常用的造型与建模方法
2. 进一步掌握基准平面及基准点的创建
3. 掌握样条曲线的绘制、草绘捕捉工具的使用、曲线的投影等操作
4. 掌握网格曲面、填充曲面等曲面的创建与编辑，以及曲面的缝合等操作

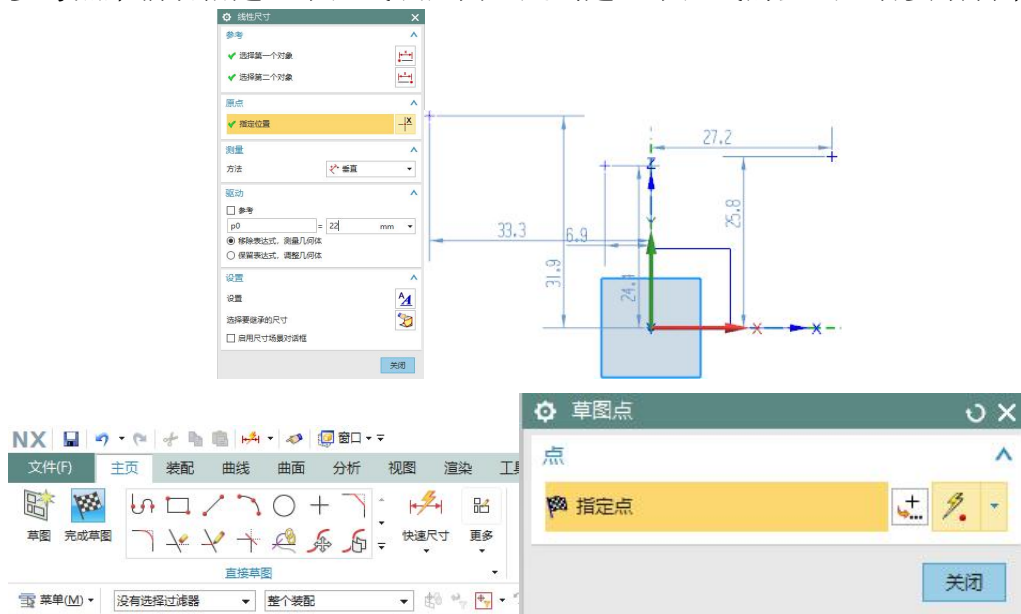
一、工作任务分析

相机壳为曲面壳体零件，其实体特征主要通过曲面缝合、拉伸，最后再进行抽壳得到。其三维建模的基本顺序为：① 草绘各边界样条→② 创建顶部曲面→③ 创建侧面和底部的平面→④ 各个曲面的缝合（变成实体）→⑤ 镜头圆柱拉伸→⑥ 倒角、抽壳。在工程图中，先显示各草绘边界样条，标注尺寸后再将其隐藏。

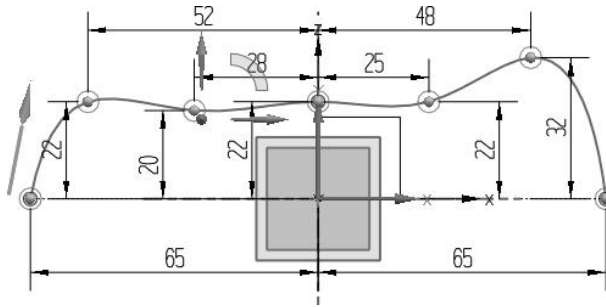


二、建模设计过程

绘制草图点：在UG中，三维空间点是造型设计中的最小单元，它通常作为参考点来辅助搭建三维曲线或曲面，是创建三维曲线的基础。若要绘制草图点。



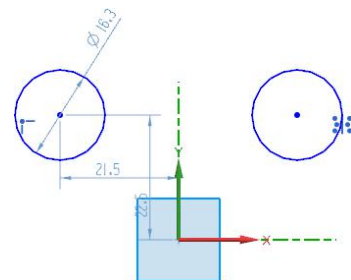
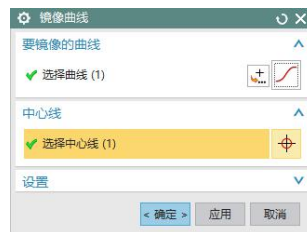
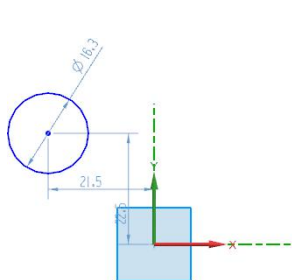
在草绘环境中绘制样条曲线：“样条曲线”是由多项式方程计算产生的曲线，是构造自由曲面的主要曲线，在汽车车身、飞机表面以及船壳设计中有着广泛的应用。要在“草图”任务环境中绘制样条曲线，可进行如下操作。



创建样条曲线的方法包括“通过点”和“根据极点”。



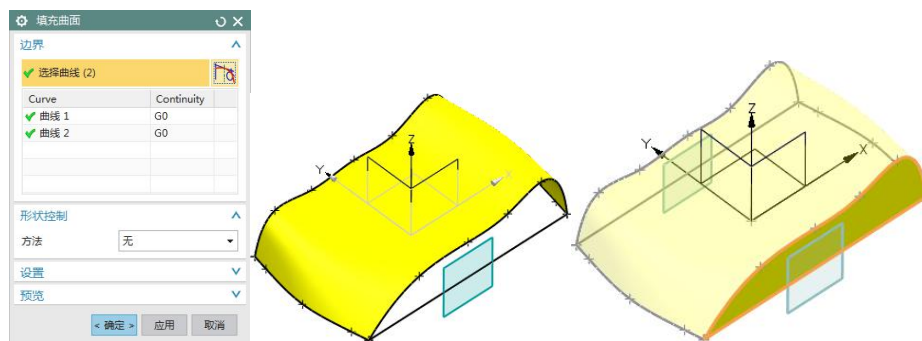
“镜像曲线”命令的用法



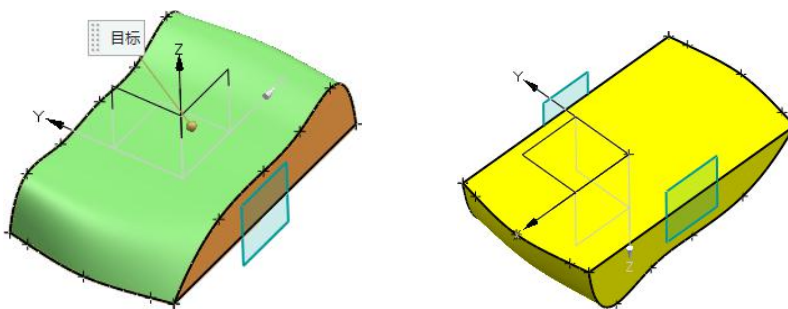


创建网格曲面：使用“通过曲线网格”命令，可以通过选取2个方向上的曲线作为截面线串来创建曲面。这2个方向上的曲线在设定的公差范围内相交，其中1个方向上的截面线串作为“主曲线”，构成曲面的U向；另一方向上的截面线串作为“交叉曲线”，构成曲面的V向。此方式在U、V两个方向都有截面曲线加以控制，可以很好地控制所生成曲面的形状，所以在构造复杂的曲面时经常使用。

创建填充曲面：创建填充曲面的基本流程为：单击“曲面”选项卡“曲面”组中的“填充曲面”按钮，打开“填充曲面”对话框，选取用于生成填充曲面的边界线（1组封闭的边或曲线），然后单击“确定”按钮创建曲面。



缝合曲面：使用“缝合”命令可以将2个或多个片体缝合为1个片体。



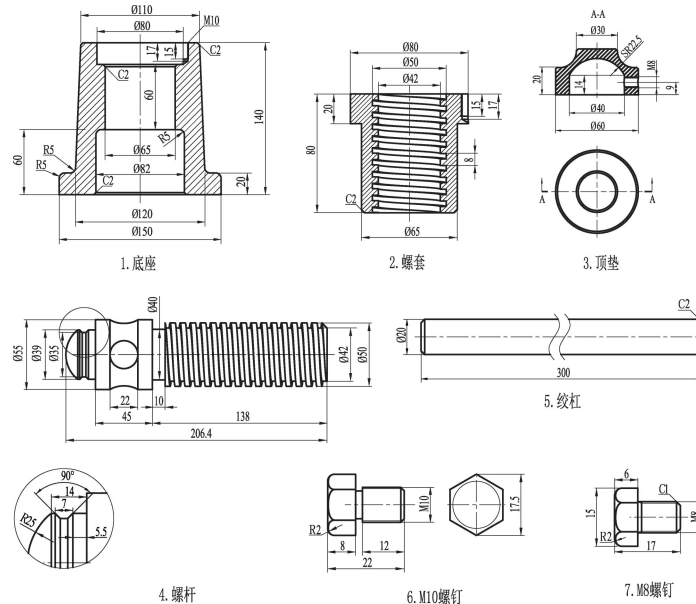
实训小结

曲面建模一般需要先完成相关曲线的绘制，用曲线搭建出曲面的边界轮廓。要保证边界轮廓曲线在合适的位置相交，必须在曲线绘制之前建立相关的基准点，利用基准点控制各曲线的相交。经过倒圆角后的边线尺寸标注，可参照建模的草绘曲线或者创建的基准点等。

实训 7：机械部件三维装配与工程图设计

学习目标

1. 了解装配部件与各零件的关系及一般的装配顺序
 2. 掌握机械部件的各类装配约束方法、零件颜色的设置、爆炸图的创建与编辑
 3. 掌握机械装配图的表示方法、零件的标号及零件明细表的创建与编辑等操作
- ### 一、工作任务分析



装配基础知识：所谓“装配”，就是根据事先制定的技术要求，将产品各个零部件组装在一起，使之成为完整产品模型的过程。下图所示为衣夹模型的装配示意图。

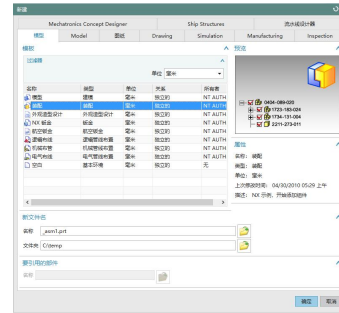
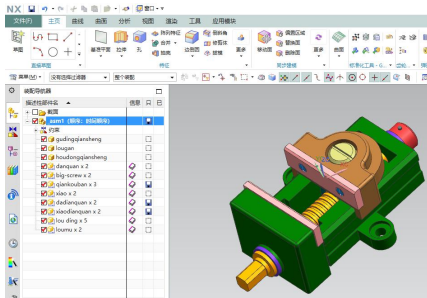
装配方法：在UG中，用户可以自底向上设计一个装配体，也可以自顶向下进行设计，或者两种方法结合使用。本书以自底向上设计为例，介绍零件装配的一般过程和方法。

自底向上设计：自底向上设计是指首先设计好组成装配体的各个零件，然后将零件添加到装配中，并利用约束设置各零件的位置，最终生成装配体。自底向上的设计方法是一种比较传统的方法，主要应用于相互结构关系和重建行为较为简单的零部件的独立设计。

自顶向下设计：自顶向下设计是指从装配体开始设计工作。其典型的设计过程为先确定产品的总体设计意图，把主要的结构件设计好（通常把主造型作为主要的结构件），然后利用已设计好结构件的某些尺寸和位置创建其他零部件，并建立零部件间的装配约束关系，最终完成产品设计。自顶向下设计更能体现设计意图，有助于分工协同设计，并且便于修改，多用于设计过程中需要频繁修改或大型复杂产品的设计。

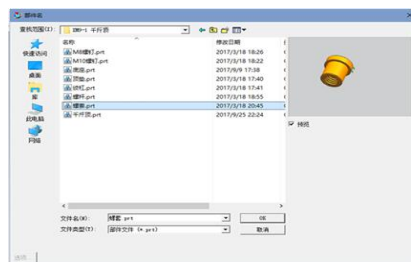
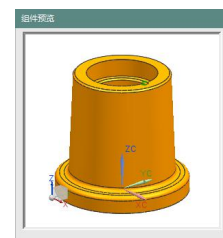
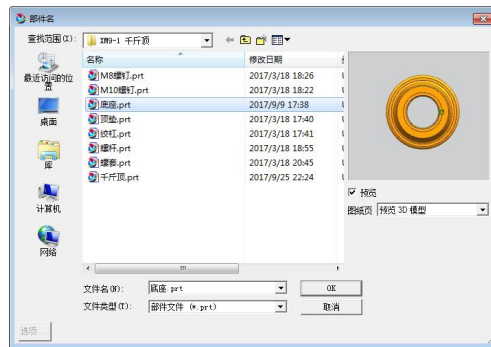
二、装配过程

装配导航器：单击UG窗口左侧的“装配导航器”按钮将打开“装配导航器”面板，利用该面板的树状目录可以方便地查看和管理装配件、子装配和组件。

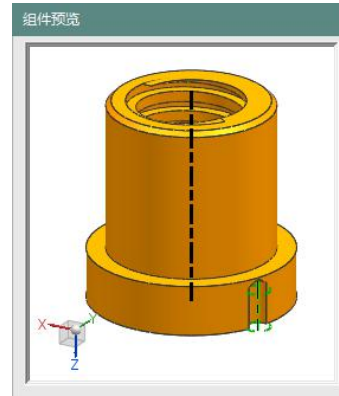
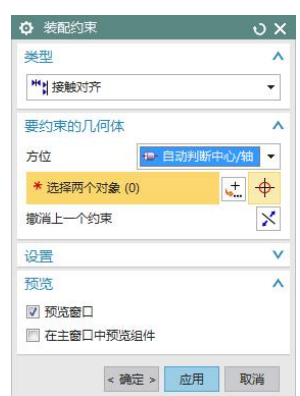
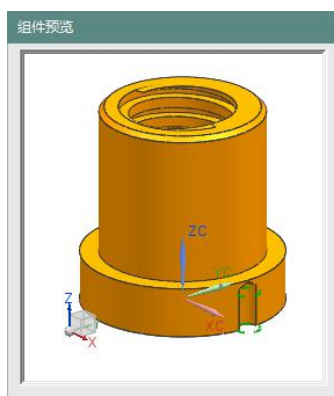


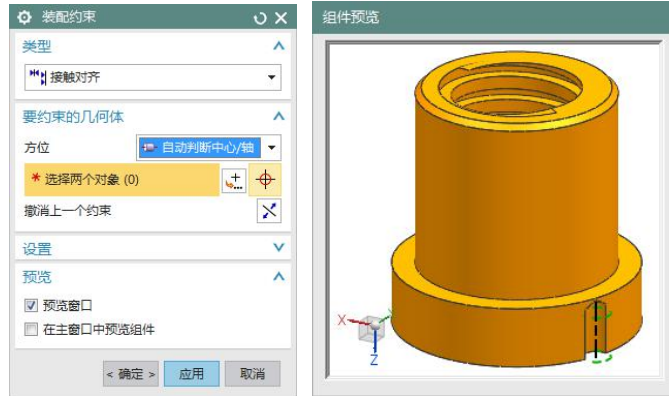
在“装配导航器”面板的树状结构图中，装配中的子装配和组件使用不同的图标进行区分，同时组件所处的不同状态其图标也有差别，其中：
新建装配文件并进入装配工作界面

添加并装配组件：新建装配文件并进入装配工作界面后，系统自动弹出“添加组件”对话框，利用该对话框可在装配环境中添加并装配组件。

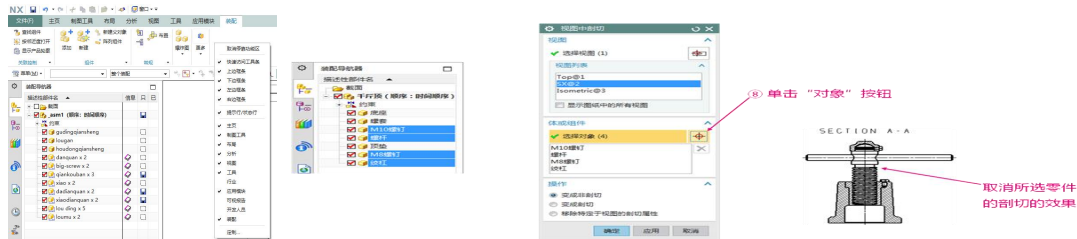


(9) 选择约束类型

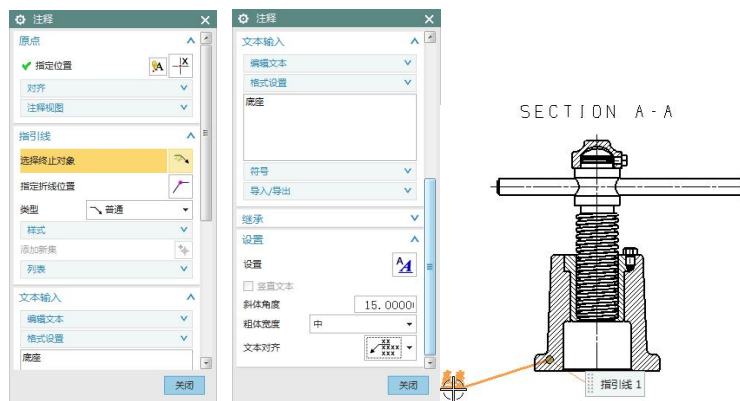




利用“装配约束”对话框可为组件添加约束。剖视图中的非剖零件设置：在装配图中，螺钉等紧固件及实心轴、手柄、连杆、拉杆、球、钩子、键等零件，若剖切平面通过其基本轴线，这些零件均按不剖绘制。若要在装配体的剖视图中将零件按不剖绘制，可进行如下操作。



标注零件名称：在装配体工程图中要标注零件的名称可进行如下操作。



实训小结

同一文件夹中。装配时一般遵循“自底而上”、“先大后小”的装配顺序；装配约束尽量根据产品的实际装配关系进行设置。为了保证装配部件的基准坐标系不发生变化，选择约束对象时先选取要调入零件的对象，再选取已装配好零件的对象。装配工程图的视图设置和编辑操作与零件工程图基本相同。此外，装配工程图中常用到非剖零件的设置。

机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《液压与气压传动》

实训项目：

- 实训 1：定压节流调速回路
- 实训 2：简单的压力调节回路
- 实训 3：采用减压阀的减压回路
- 实训 4：采用三位换向阀的卸荷回路
- 实训 5：采用顺序阀的顺序动作回路
- 实训 6：采用液控单向阀单向闭锁回路
- 实训 7：采用 O 型换向阀的锁紧回路

实训 1：定压节流调速回路

实验目的：

了解节流阀的节流调速工作原理，并使用节流阀通过不同的控制方式来改变油缸的动作速度，由实验现象比较三种不同的调速方式对油缸的调速有什么区别。

实验元件：

本实验所涉及到的液压装置有：定量油泵、压力表、油缸、单电控二位四通阀、节流阀，单向节流阀。

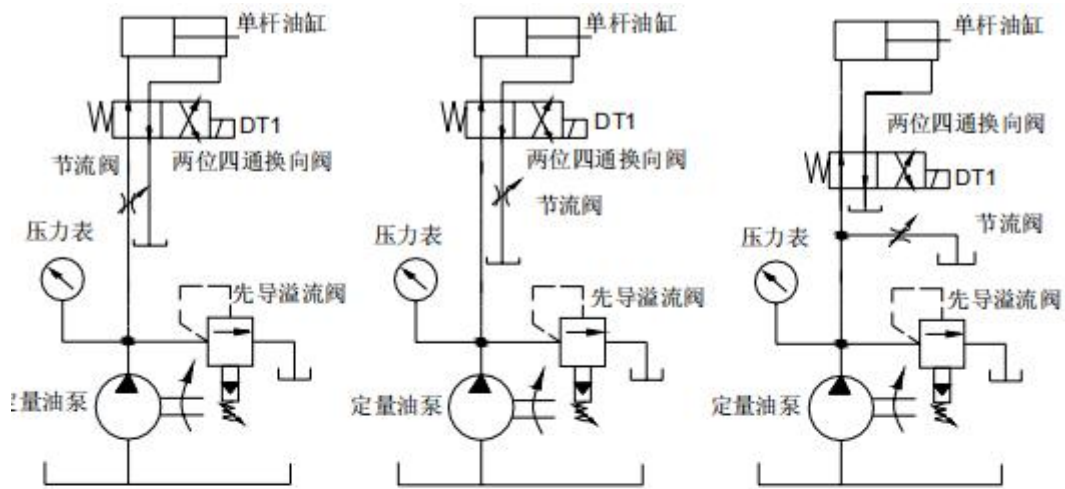
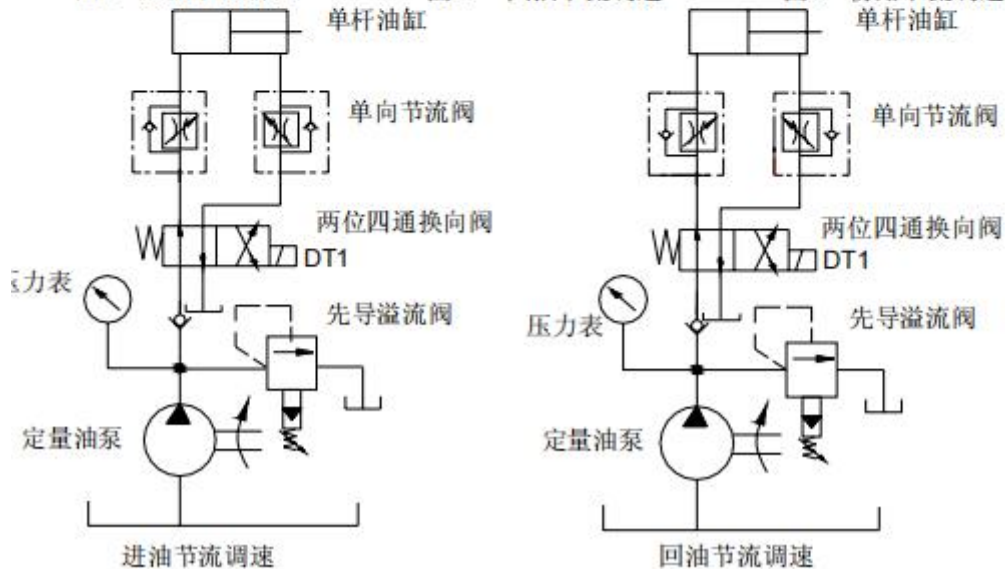


图1 进油节流调速

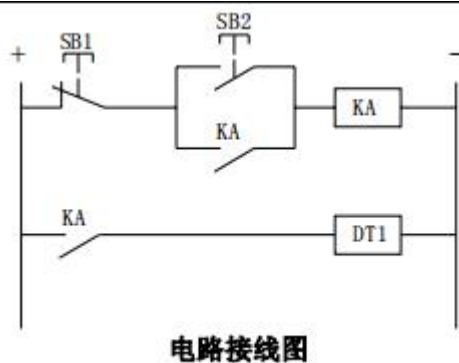
图2 回油节流调速

图3 旁路节流调速



进油节流调速

回油节流调速



实验内容:

本实验装置中定压调速回路由三种调速方式组成,进油节流调速,回油节流调速, 旁路节流调速。其中进油节流调速,回油节流调速还有另外方式,如上图所示,进油压力由溢流阀确定,调节节流阀的开口可以方便地改变油缸的运动速度。实验时按图示接好油路、电路,当油泵启动时油缸伸出,按下启动按钮“SB2”,油缸缩回;按下停止按钮“SB1”,油缸伸出。

采用进流节流调速回路的运动平稳性较差。因为液压缸回油直通油箱,无背压。当负载突然减小时,旧会出现前冲及爬行现象。

采用回油节流调速回路。因为节流阀使油缸的回油腔产生背压,故运动比较平稳。相比之下,进油节流调速回路的节流阀开口较大,不易使油路阻塞。为提高回路的综合性能,采用进油节流调速回路并在回油路加背压阀(溢流阀),因而兼具了两回路优点。

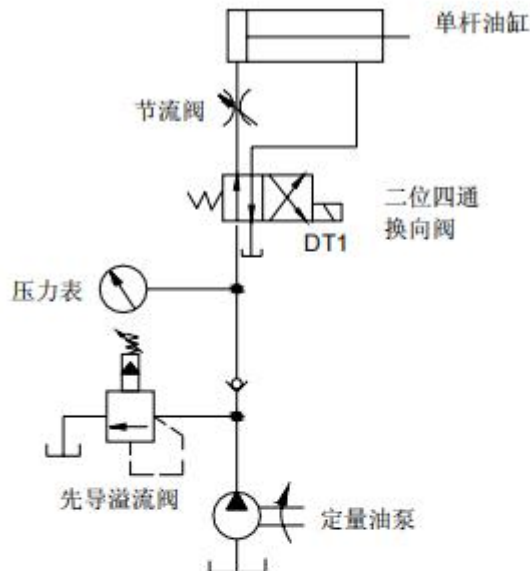
实训 2：简单的压力调节回路

实验目的：

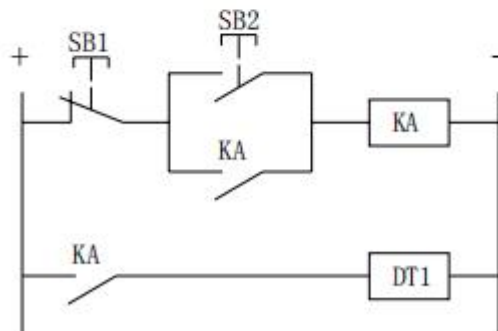
1. 了解节流阀的结构及工作原理。
2. 掌握使用节流阀来调节油缸速度的回路。

实验元件：

本实验所涉及到的液压装置有：定量油泵、单向阀、油缸、压力表、先导溢流阀、节流阀、两位四通换向阀。



液压回路图



电路接线图

实验内容：

本实验中油缸的速度是通过调节节流阀来控制的。实验时按图示接好油路、电路，当油泵启动时油缸伸出，按下启动按钮“SB2”时，油缸缩回；按下停止按钮“SB1”时，油缸伸出。当油缸走到末端时，调节溢流阀，压力表可以明显的显示系统压力的变化，及溢流阀可作安全阀使用。

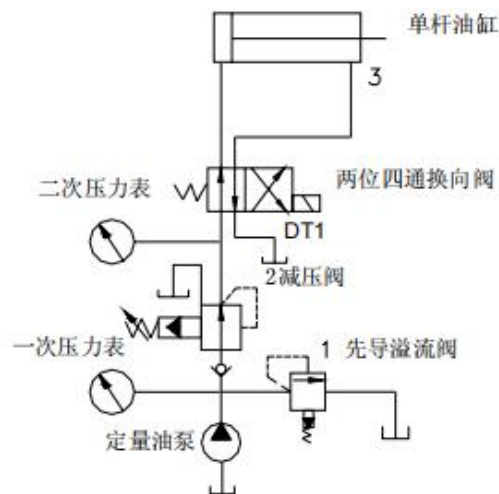
实训 3：采用减压阀的减压回路

实验目的：

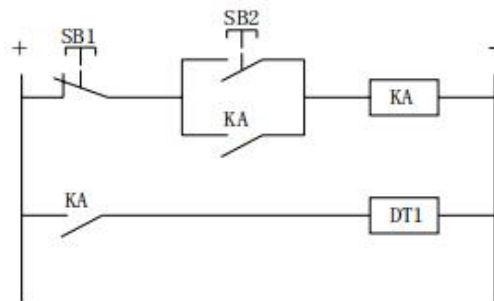
1. 掌握减压阀的内部结构及工作原理。
2. 使用减压阀调节系统的工作压力低于油泵所提供的压力。

实验元件：

本实验的液压装置有：定量油泵、油缸、减压阀、单电控二位四通阀、压力表。



液压回路图



电路接线图

实验内容：

实验时按图示接好油路、电路，泵启动时油缸伸出，按下“SB2”时，油缸缩回，按下“SB1”时，油缸伸出。调节减压阀的旋钮可以清楚的显示减压回路路系统的压力。可与溢流阀调定压力值比较。在液压系统中，当某个支路所需要的工作压力低于油源设定的压力值时，可采用一级减压回路。液压泵的最大工作压力由溢流阀 1 调定，液压缸 3 的工作压力则由减压阀 2 调定。一般情况下，减压阀的调定压力要在 0.5MPa 以上，但又要低于溢流阀 1 的调定压力 0.5MPa 以上，这样可使减压阀出口压力保持在一定稳定的范围内。

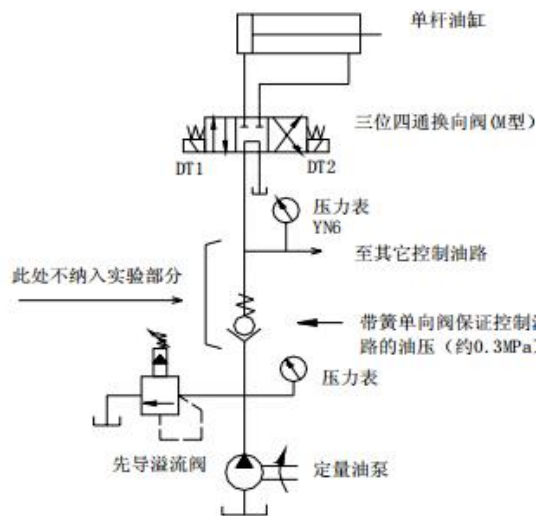
实训 4：采用三位换向阀的卸荷回路

实验目的：

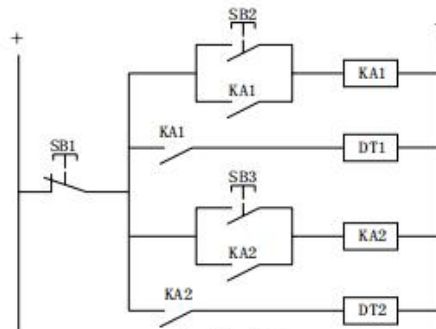
1. 掌握 O 型三位换向阀的内部结构及工作原理。
2. 完成使用三位换向阀的系统卸荷回路。

实验元件：

本实验所需的液压装置有：定量油泵、油缸、压力表、双电控三位四通阀（O 型）。



液压回路图



电路接线图

实验内容：

实验时按图示接好油路、电路，按下“SB2”时，1DT 得电油缸伸出，按下“SB3”时，2DT 得电油缸缩回，按下“SB1”时 1DT、2DT 都断电时，回路卸荷。当工作部件停止运动时（如装、卸工件等），液压缸不需进压力油。这时若使液压泵出油口油压在极低的压力下流回油箱（电机不停止转动），泵就处于卸荷状态。液压泵卸荷可以降低功率损耗，减少油液发热，延长使用寿命。

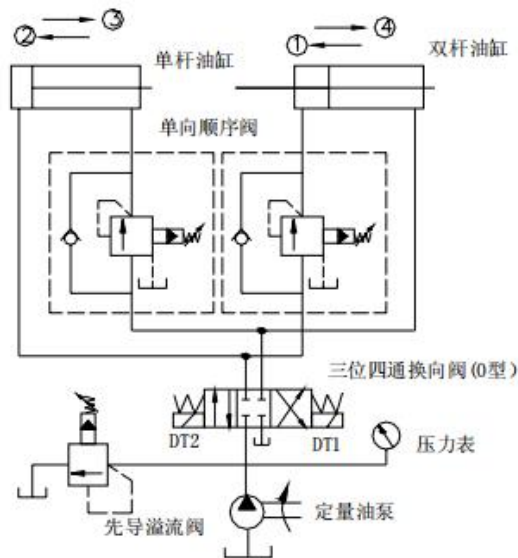
实训 5：采用顺序阀的顺序动作回路

实验目的：

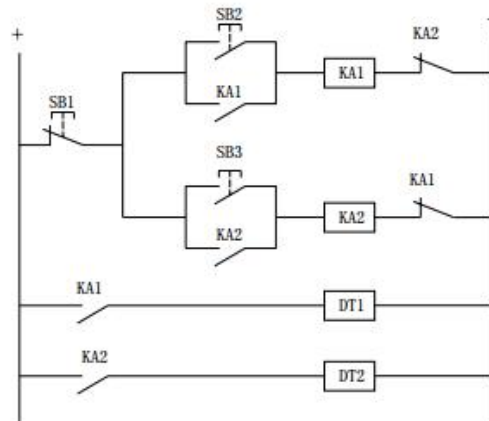
了解顺序阀的工作原理及应用，使用顺序阀完成顺序动作回路。

实验元件：

本实验所需的液压装置有：定量油泵、油缸、三位四通换向阀（O 型）、单向顺序阀。



液压回路图



电路接线图

实验内容：

实验时按图示接好油路、电路，按下“SB2”时，1DT 得电，油缸按 1、2 顺序动作；按下“SB3”时，2DT 得电，油缸按 3、4 顺序动作。

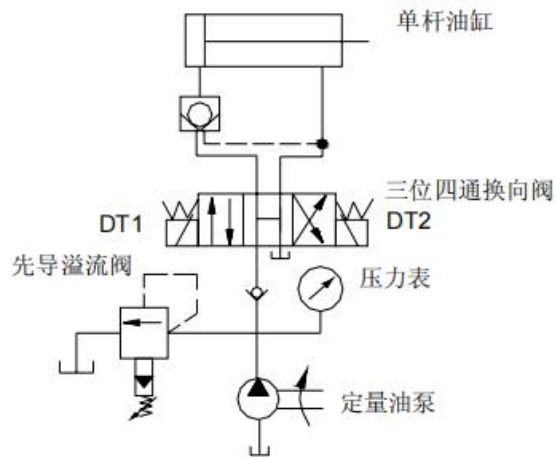
实训 6：采用液控单向阀单向闭锁回路

实验目的：

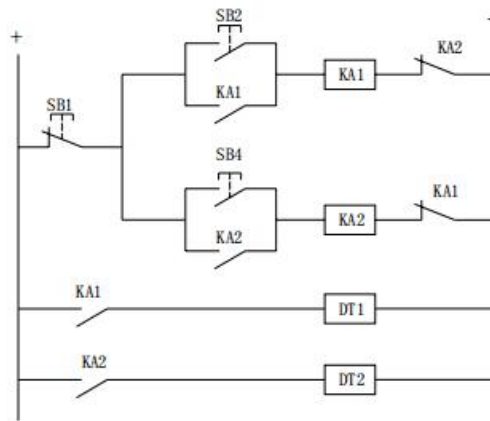
1. 掌握液控单向阀的内部结构及工作原理。
2. 完成使用液控单向阀的系统单向闭锁回路。

实验元件：

本实验所需的液压装置有：定量油泵、油缸、三位四通换向阀（H 型）、液控单向阀。



液压回路图



电路接线图

实验内容：

实验时按图示接好油路、电路，按下“SB2”，1DT 得电油缸伸出，按下“SB3”，2DT 得电油缸缩回。按下“SB1”，电磁铁失电，油缸处于单向锁紧状态。

实训 7：采用 O 型换向阀的锁紧回路

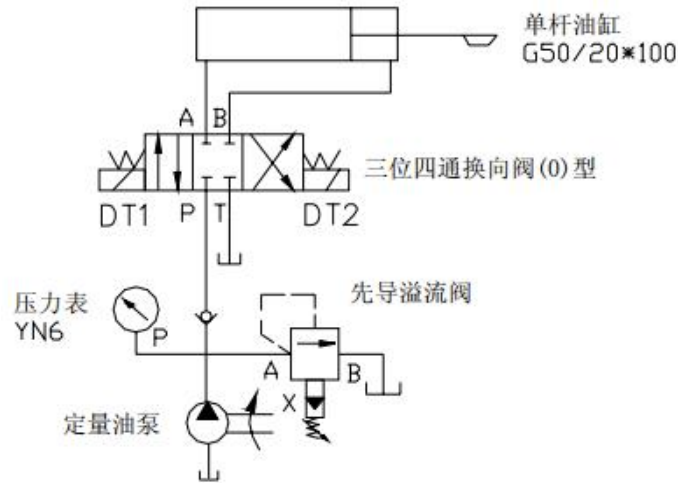
实验目的：

1. 掌握 O 型换向阀的内部结构及工作原理。

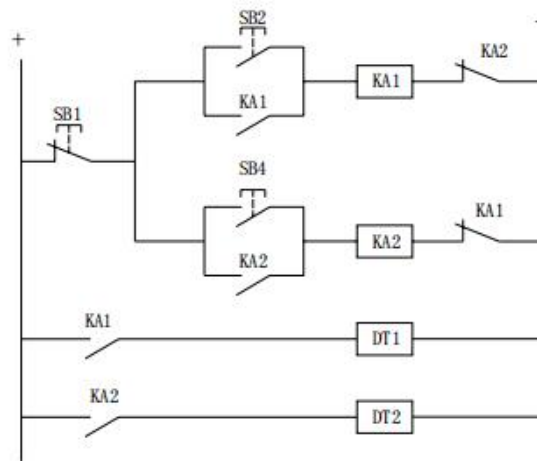
2. 完成使用 O 型换向阀的系统锁紧回路实验。

实验元件：

本实验的液压装置有：定量油泵、油缸、三位四通换向阀（O 型）。



液压回路图



电路接线图

实验内容：

实验时按图示接好油路、电路，按 SB2 活塞杆伸出，按 SB3 活塞杆缩回，按 SB1 活塞杆停止。油缸处于双向锁紧状态。

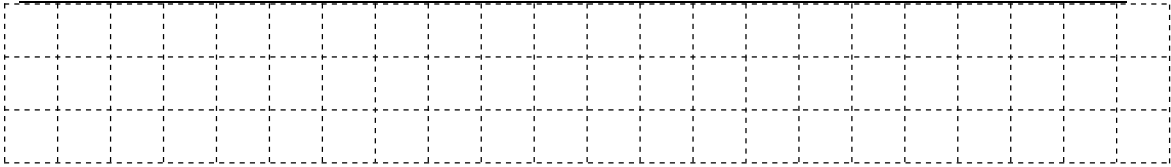
机械与电子工程系

实训项目任务书

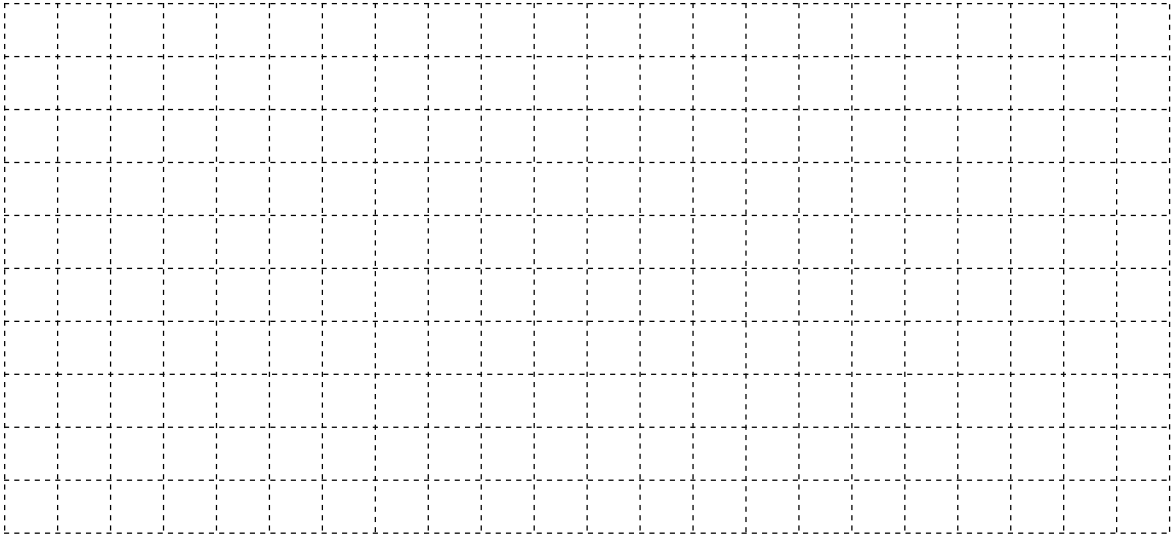
课程名称：《PLC 编程与调试》

实训项目：

- 实训 1：PLC 硬件基本知识
- 实训 2：PLC 软件知识
- 实训 3：单向传送带试运行
- 实训 4：单向传送带运行控制
- 实训 5：双向传送带运行控制
- 实训 6：Y- Δ 降压启动控制
- 实训 7：电动机的循环启停控制



3、三相异步电动机正反转控制电气原理图



分组情况

第一组成员：_____

第六组成员：_____

第二组成员：_____

第七组成员：_____

第三组成员：_____

第八组成员：_____

第四组成员：_____

第九组成员：_____

第五组成员：_____

第十组成员：_____

知识准备

一、三菱系列 PLC 外形

日本三菱公司生产的 PLC 有多种型号，从点数上区分有大型机、中型机和小型机。

FX3U 系列 PLC 属于小型机，与 FX3U 系列 PLC 类似的机型还有：FX1N 系列 PLC、FX2N 系列 PLC 等；中型机有 Q 系列 PLC 等。其外观图如图 1-1 所示



图 1-1 三菱系列 PLC 外观图

二、FX 系列 PLC 的型号及含义

FX 系列 PLC 型号的含义如图 1-4 所示。

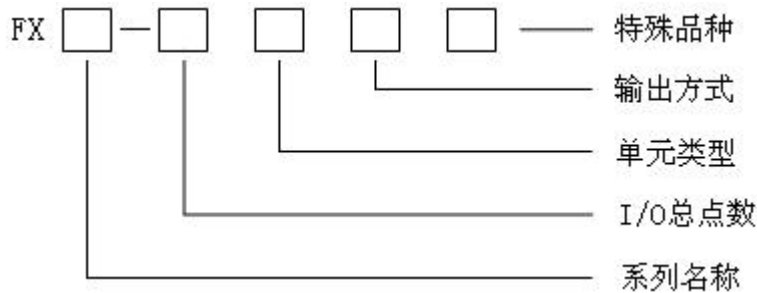


图 1-2 PLC 的型号

其中系列名称有 1S、ON、1N、2N、3U 等。

I/O 点数：10——256。

单元类型：

M ——基本单元

E ——输入/输出混合扩展单元与扩展模块

EX ——输入专用扩展模块

EY ——输出专用扩展模块

输出方式：

R ——继电器输出（有接点，交流、直流负载两用）

T ——晶体管输出（无接点，直流负载用）

S ——晶闸管输出（无接点，交流负载用）

特殊品种：

D——DC 电源，DC 输入

AI ——AC 电源，AC 输入（1A/1 点）

H ——大电流输出扩展模块

C ——接插口输入输出方式

V ——立式端子排的扩展模块

F ——输入滤波时间常数为 1ms 的扩展模块

如果特殊品种一项无符号，则为 AC 电源、DC 输入、横式端子排、标准输出。

例如 FX3u-32MR：表示 FX3u 系列，32 个 I/O 点，M 表示基本单元，R 表示 PLC 的输出类型为继电器输出，有接点，交流、直流负载两用。

三、FX3u-32MR 主机面板介绍

FX3u-32MRPLC 的外形如图 1-2 所示。图中各部分的名称如下：

①所示为 PLC 的安装孔，4 个（ $\Phi 4.5$ ）。

②所指示的是 PLC 的供电电源、辅助电源、输入信号用的装卸式端子排（带盖板）。其中，“L”“N”“ $\frac{1}{2}$ ”为 PLC 的供电电源端子，接交流 220V；“S/S”端口是公共端，接 24V 表示输入低电平，接 0V 表示输入高电平；“24V”“0V”端子为 PLC 对外提供的 DC24V 电源，可用于特殊模块的供电电源；“•”为空端子，不能使用；“0V”端子为输入继电器的公共端，相当于直流电源的负极；输入继电器 X 有两排端子，与上面的两排符号对应。

③所指示的为 PLC 的面盖板。

④所指示的为 PLC 的外围设备接线插座。

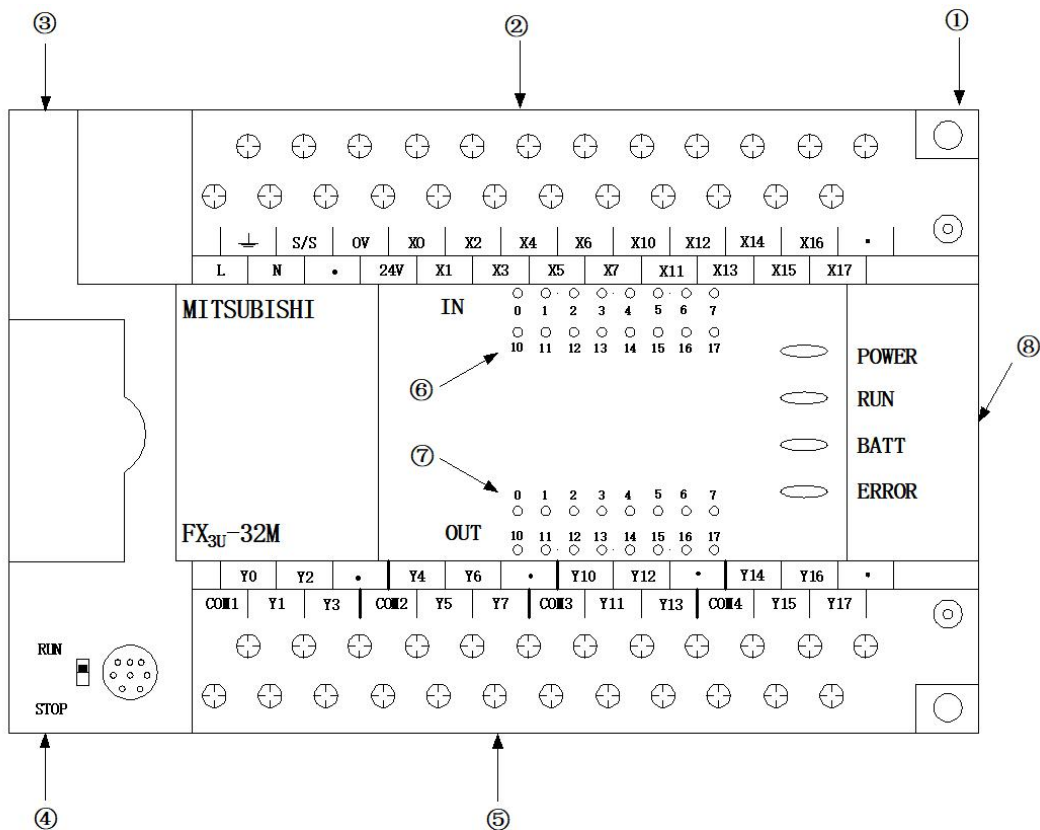


图 1-2 FX3U-32MR PLC 的外形

⑤所指示的为 PLC 的输出信号用的装卸式端子排（带盖板）。其中，“COM1”“COM2”“COM3”“COM4”为输出继电器 Y 的公共端子，COM1 是 Y0——Y3 的公共端；COM2 是 Y4——Y7 的公共端；COM3 是 Y10——Y13 的公共端；COM4 是 Y14——Y17 的公共端。“·”端子为空端子，不能使用；输出继电器 Y 有两排端子，与上面的两排符号对应。

⑥所示为 PLC 的输入动作指示灯。

⑦所示为 PLC 的输出动作指示灯。

⑧所示为 PLC 运行状态指示灯：POWER 为电源指示灯；RUN 为运行指示灯；BATT 为锂电池电压下降指示灯；ERROR 为出错指示灯。

四、可编程控制器的基本结构

可编程控制器实质上是一种工业计算机，只不过它比一般的计算机具有更强的与工业过程相连接的接口和更直接的适应于控制要求的编程语言，故可编程控制器与计算机的组成十分相似。从硬件结构看，它由中央处理单元（CPU）、

存储器（ROM/RAM）、输入单元、输出单元、编程器、电源等主要部件组成。结构如图 1-1 所示。

1. 中央处理器（CPU）

中央处理器模块主要由 CPU 芯片组成。

CPU 是可编程控制器的核心，相当于人的大脑，起着指挥的作用，其主要功能有：

(1) 编程时接受并存储从编程器输入的用户程序和数据，并能对其进行修改或更新。

(2) 检查、校验用户程序。对正在输入的用户程序进行检查，发现语法错误时立即报警，并停止输入；在程序运行过程中如果发现错误，则立即报警或停止程序的执行。

(3) 以扫描方式接受现场输入的用户程序和数据，并存入输入状态表（即输入继电器）和数据寄存器（输入映像寄存器）中。

(4) 从存储器中逐条读出用户程序，对其进行解读，并完成用户程序中规定的各种任务，更新输出映像寄存器的内容。

(5) 故障诊断。诊断电源及可编程控制器内部电路的故障，根据故障或错误类型，通过显示器显示出相应的信息，以提示用户及时排除故障或纠正错误。

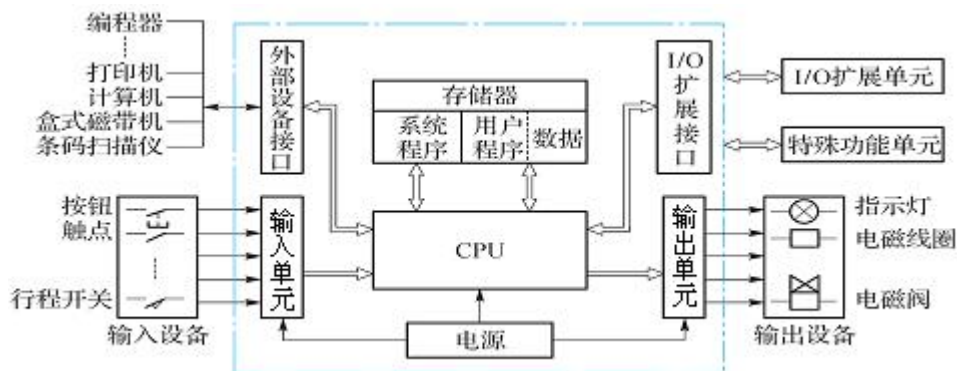


图 1-3 PLC 的内部结构图

不同型号的可编程控制器的 CPU 芯片不同，目前，PLC 中的 CPU 主要采用单片机，如 Z80A80518039AMD2900 等。

小型 PLC 大多数采用 8 位单片机。

中型 PLC 大多数采用 16 位甚至 32 位单片机，三菱 FX2N 型号 PLC 的微处理器是 16 位的 8096 单片机。

2. 存储器

可编程控制器的存储器可以分为系统程序存储器、用户程序存储器。

存储器分为只读存储器（ROM）和随机存储器（RAM）两大类。ROM 的内容使用时只能读出不能写入，它的写入需要使用特殊的方法和设备，一旦写入即使掉电也不会消失，称为固化。ROM 主要存放系统程序。

RAM 的内容可以随时由 CPU 对它进行读取，任意修改，但掉电后，信息会丢失。用户程序是使用者为 PLC 完成某一具体控制任务编写的应用程序，用户程序在设计和调试的过程中要经常进行读写操作，为了便于调试和修改，用户程序一般存储在随机存储器 RAM 中。

RAM 中的内容在掉电后要消失，所以 PLC 对 RAM 提供备用锂电池，一般锂电池使用期为 3~5 年。如果调试通过的用户程序要长期使用，可用专用 EPROM 写入器把程序固化在 EPROM 芯片中，再把芯片插入 PLC 的 EPROM 插座上。

3. 输入单元

实际生产中信号电平是多样的，外部执行机构所需的电平也不相同，而可编程控制器的 CPU 所处理的信号只能是其标准电平，因此，需要通过输入、输出单元实现这些信号电平的转换。可编程控制器的输入和输出单元实际上是 PLC 与控制对象之间传送信号的接口部件。输入、输出单元均有良好的电隔离和滤波作用。

输入模块通过输入端子接受现场设备的控制信号（包括开关量和模拟量信号），如：控制按钮、限位开关、传感器信号等，并把这些信号转换成被控设备能接收的电压或电流信号，以驱动被控装置（包括开关量和模拟量），如：电磁阀、接触器、信号灯等。

为了防止各种干扰信号和高电压信号进入 PLC，影响其可靠性，甚至造成设备的损坏，现场输入接口电路一般由光电耦合电路进行隔离。光电耦合电路的关键器件是光耦合器，一般由发光二极管和光电三极管组成。

通常 PLC 的输入类型有直流输入（DC24V）、交流输入和交直流输入。输入电路的电源可由外部提供，有的也可由 PLC 内部提供。

对于直流输入，根据现场输入接口电路形式的不同，分为源型输入和漏型输入两种形式。绝大部分的欧美品牌的 PLC 采用漏型输入，而绝大部分的亚洲品牌的 PLC 采用源型输入。

4. 输出单元

输出单元的作用是在 PLC 运行时 CPU 从输入映像寄存器读取输入信息并进行处理，将处理结果放到输出映像寄存器中。输出映像寄存器由输出点相对应的触发器组成，输出接口电路的任务是将弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出，以驱动电磁阀、接触器和指示灯等被控设备的执行元件动作。

输出接口电路通常有三种类型：继电器输出型、晶体管输出型和晶闸管输出型。每种输出电路都采用电气隔离技术，电源由外部提供，输出电流一般为 1.5A~2A，输出电流的额定值与负载的性质有关。

PLC 是通过输入/输出端子与控制 and 被控对象取得联系的，PLC 的输入/输出端子的组织形式通常有三种，即汇点式、分组式和分隔式。绝大部分的 PLC 输入端子采用汇点式，也有的 PLC 为了增加使用的灵活性而采用分组式。

5. 电源

PLC 的供电电源一般是市电，也有用直流 24V 供电的，PLC 对电源稳定性要求不高，一般允许电源电压额定值在 -15%~+10% 的范围内波动。小型整体式可编程控制器内部有一个开关式稳压电源，它可将交流/直流供电电源转化为 PLC 内部电路需要的 5V 直流工作电源和 I/O 单元需要的 24V 直流电源。大中型 PLC 都有专门电源单元。

6. 编程器

编程器是 PLC 最基本、最重要的外围设备，其作用是供用户进行程序的编制并送入 PLC 的存储器，并对程序进行检查和修改。编程器有简易型和智能型两类。简易型的编程器只能联机编程，且往往需要将梯形图转化为指令语句表后才能输入。智能型的编程器又称图形编程器，它可以联机编程，也可以脱机编程，具有 LCD 或 CRT 图形显示功能，可以直接输入梯形图和通过屏幕对话。

此外，还可以利用微机作为编程器，PLC 生产厂家配有相应的软件包，只要在个人计算机上安装相应的软件包，即可用个人计算机对 PLC 进行编程，这种编程方法特别简单、方便，使用微机编程已经成为 PLC 发展的必然趋势。

四、PLC 硬件接线图

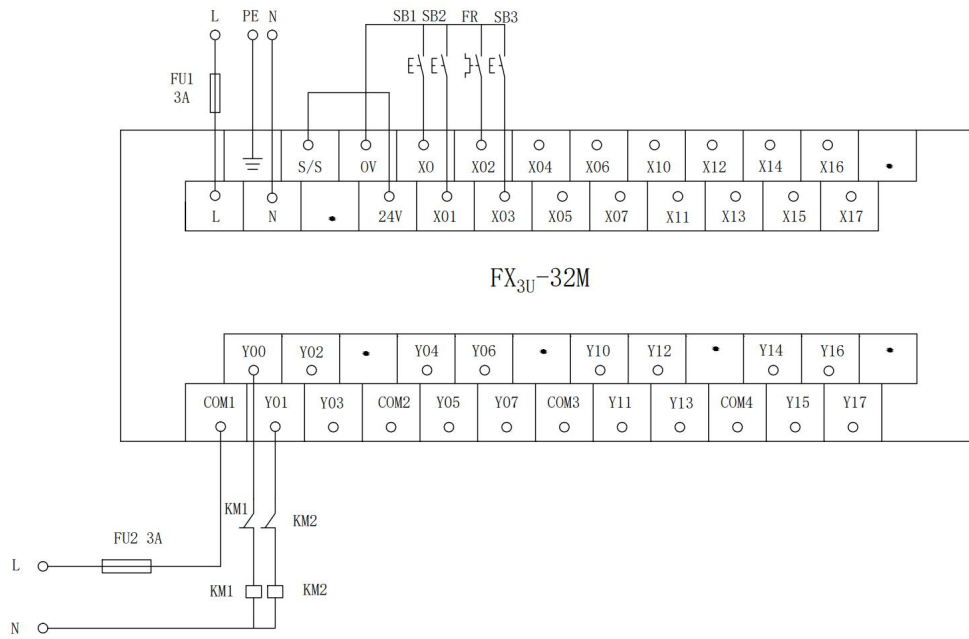
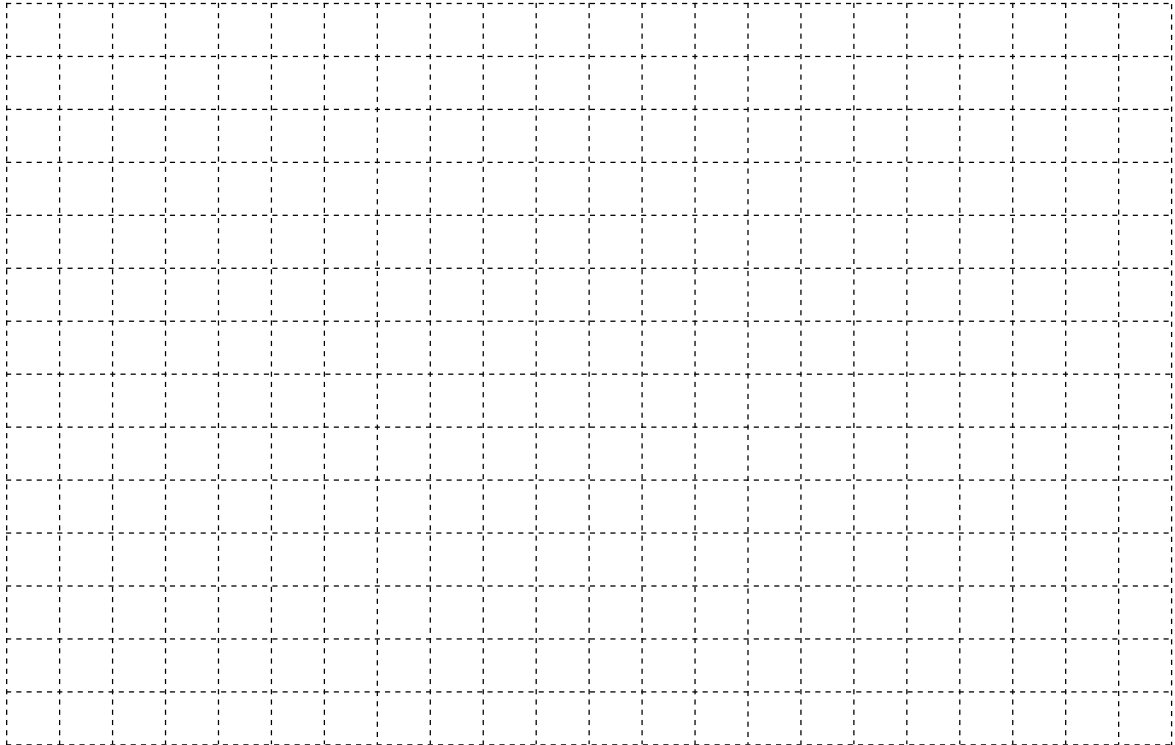


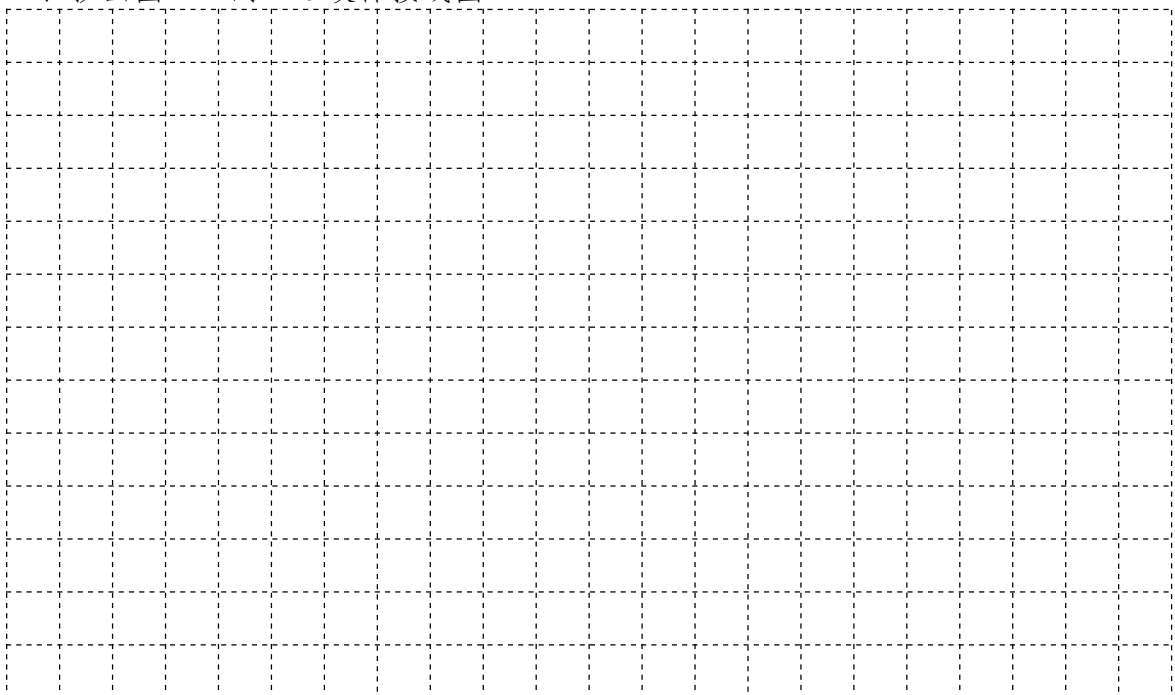
图 1-4 PLC 硬件接线图

学生展示

1、可编程控制器的基本结构



2、抄画图 1-4 的 PLC 硬件接线图



计划与决策

工作计划表

任务：

小组成员：

日期：

序号	工作阶段/步骤	附注	准备清单 设备/工具/附注工具	工作安全	工作质量 环境保护	工作时间	
						实际	计划
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

任务实施

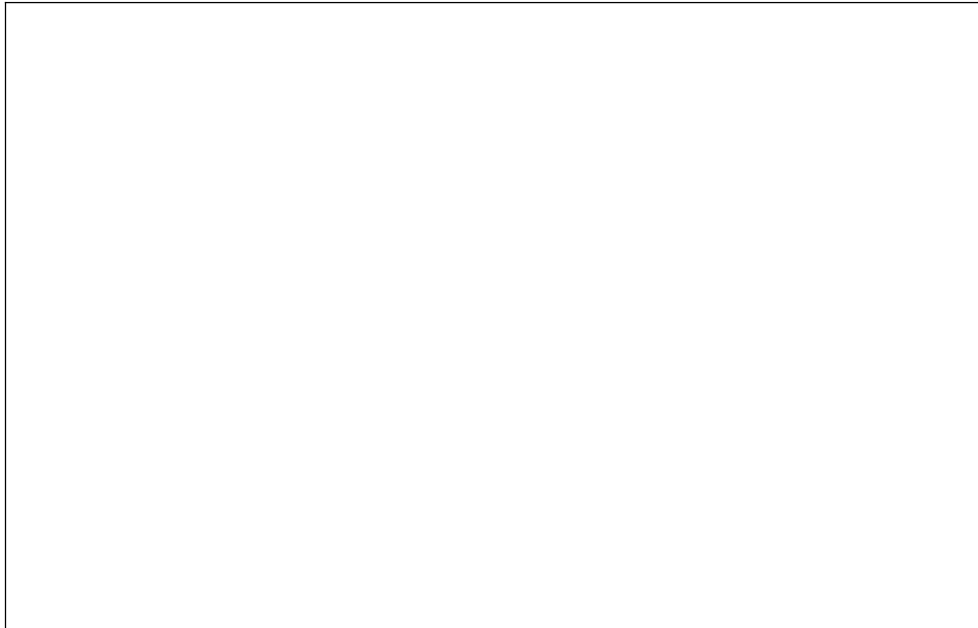
请各组按照所制定的 PLC 硬件接线图配盘。

注意：

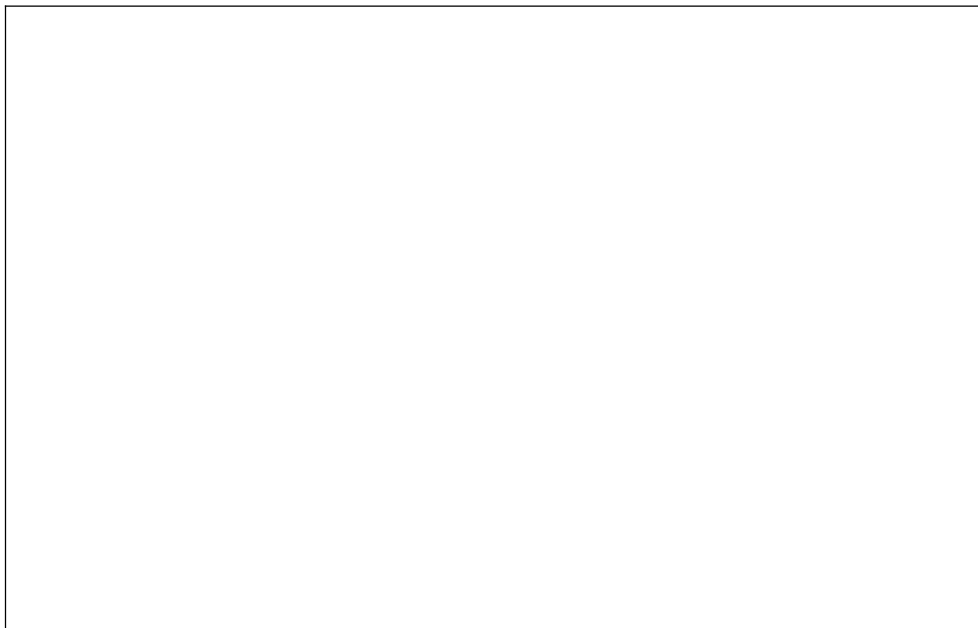
合理安排时间并记录实际使用时长；

小组成员应合理分工，责任到人，完成器件选型、器件安装、线路连接、测试线路等任务，并完成下述表格。

1、元件布局图



2、电气控制柜接线图



3、材料选择清单

姓名：		小组成员：			
任务：		领取日期：			
序号	名称（型号）	规格	数量	安全注意事项	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

3、工具清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

检查:

启动检查					
姓名:			日期:		
电路:			使用的 DIV-VDE		
1、目视检测					
序号	检查项目		存在缺陷		附注
1	工具器具装备		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2	导线连接(绝缘、剥线、连接等)		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
3	导线选择和敷设(截面、芯线颜色)		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
4	针对直接接触的保护(手指保护)		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
5	过电流和保护装置(选择、调节、功能)		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2、硬件接线电路不带电检测					
序号	测量 1	测量 2	测量 3	测量 4	测试值符合 DIV-VDE
1					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
4					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
5					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3、硬件接线电路带电检测					
序号	测量点 1	测量点 2	检查电压	测量值	按照 DIV-VDE 的最低值
1					
2					
3					
4					
5					

4、功能检查
所有观察点功能与功能说明和电路图相符合？
是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
附注：

评价：

任务：		日期：					
组别	小组成员	团队能力	信息与计划	安全性与功能检查	实施	结果演示	总分
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
备注：评分包含团队能力（20%）、信息与计划（20%）、安全性与功能检查（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）							

知识进阶：

一、可编程控制器的定义

为了确定可编程控制器的性质，1987年2月，国际电工委员会（IEC）颁布了可编程控制器标准草案，在草案中对可编程控制器作了如下定义：“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字式和模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外围设备，都应按易于与工业系统联成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”

二、可编程控制器的产生与发展

在可编程控制器问世以前，继电器控制装置在工业领域中占主导地位，继电器是一种弱电流、低电压控制强电流、高电压的电磁开关，这种控制装置可靠性差、体积大、运行速度慢，在复杂的继电器控制系统中，查找和排除故障都非常困难，会花去大量时间，从而大大影响生产效率；如果生产工艺发生变化，继电器控制装置就需要经常更改设计和安装，造成人力、物力和财力的严重浪费，不利于产品的更新换代。

PLC在20世纪60年代后期问世。开始主要用于汽车制造业，当时汽车生产流水线控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的，继电器控制系统的局限性严重制约了汽车的更新换代，20世纪60年代末期，美国汽车制造工业竞争激烈，美国通用汽车公司（GM），为了适应汽车生产工艺不断更新的需求，寻求一种新的控制装置来取代继电器控制系统，为此，公开招标，对控制系统提出了10项基本要求：

- (1) 维护方便；
- (2) 编程简单方便，可现场修改程序；
- (3) 可靠性高于继电器控制系统；
- (4) 体积小于继电器控制装置；
- (5) 可以与管理中心计算机系统通信；
- (6) 成本可与继电器控制系统相竞争；
- (7) 输入可为市电；

- (8) 输出可为市电，电流在 2A 以上，可直接驱动电磁阀；
- (9) 便于扩展，扩展时原系统变更小；
- (10) 用户程序存储容量至少为 4KB。

1969 年，美国数字设备公司（DEC）研制出了世界上第一台可编程控制器，并在通用汽车公司生产线上首次试用成功，从此开创了可编程控制器的新局面。

此后，日本、德国等相继引入该技术，1974 年，我国也开始研制可编程控制器，在这个时期，可编程控制器虽然采用了计算机的设计思想，但实际上只有逻辑运算、定时、计数等基本功能。

20 世纪 70 年代后期，随着微电子技术和计算机技术的迅速发展，可编程控制器有了更多的计算机功能，它不仅用逻辑编程取代了硬件连线逻辑，还增加了函数运算、数据传送和处理等功能，使可编程控制器不仅可以进行逻辑控制，而且可以对模拟量进行控制，真正成为一种电子计算机工业控制装置。

三、可编程序控制器的应用

随着 PLC 的性能价格比的不断提高：①微处理器的芯片及有关的元件价格大大降低，PLC 的成本下降；②PLC 的功能大大增强，因而 PLC 的应用日益广泛。目前，PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、水泥、采矿、石油、化工、电力、汽车、装卸、造纸、纺织、环保、机械制造等各行各业。其应用范围大致可归纳为以下几种：

1. 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。它取代传统的继电器接触器控制系统，实现逻辑控制和顺序控制。开关量的逻辑控制可用于单机控制，也可用于多机群控，还可用于自动生产线的控制等等。

2. 运动控制

PLC 可用于直线运动或圆周运动的控制。早期直接用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机械，现在一般使用专用的运动模块。目前，制造商已提供了拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。即：把描述目标位置的数据送给模块，模块移动一轴或多轴到目标位置。当每个轴运动时，位置控制模块保持适当的速度和加速度，确保运动平滑。运动的程序可用 PLC 的语言完成，通过编程器输入。

3. 闭环过程控制

PLC 通过模拟量的 I/O 模块实现模拟量与数字量的 A/D、D/A 转换，可实现

对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的 PID 控制。目前，可编程控制器的这一功能已经广泛应用于热处理炉、锅炉等设备中。

4. 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算（包括矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传递、排序和查表、位操作等功能；可以完成数据的采集、分析和处理。数据处理一般用在大中型控制系统中；具有 CNC 功能：把支持顺序控制的 PLC 与数字控制设备紧密结合。

5. 通讯联网

PLC 的通讯包括 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机之间和它的智能设备之间的通讯。

PLC 和计算机之间具有 RS-232 接口，用同轴电缆将它们连成网络，以实现信息的交换。可编程控制器与其他智能控制设备一起，可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。I/O 模块按功能各自放置在生产现场分散控制，然后利用网络联结构成集中管理信息的分布式网络系统。

并不是所有的 PLC 都具有上述的全部功能，有的小型 PLC 只具上述部分功能，但价格比较便宜。

四、可编程控制器的发展趋势

目前 PLC 的市场竞争十分激烈，各大公司纷纷看中了中国这个巨大的市场。随着技术的发展和市场需求增加，PLC 的结构和功能也在不断发生变化，各生产厂家不断推出功能更强的 PLC 产品。PLC 的发展趋势主要体现为以下几个方面：

1. 高速化

为了提高 PLC 的处理能力，要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前，有的 PLC 的扫描速度可达 0.1 ms/k 步左右。PLC 的扫描速度已成为很重要的一个性能指标。

2. 小型化

随着应用范围的扩大和用户投资规模的不同，小型化、低成本的 PLC 将被广泛应用于各行各业，小型 PLC 由整体结构向小型模块化结构发展，使配置更加灵活。

3. 网络化

加强 PLC 联网通信的能力，是 PLC 技术进步的潮流。PLC 的联网通信有两类：一类是 PLC 之间联网通信，各 PLC 生产厂家都有自己的专有联网手段；另一类是

PLC 与计算机之间的联网通信，一般 PLC 都有专用通信模块与计算机通信。为了加强联网通信能力，PLC 生产厂家之间也在协商制订通用的通信标准，以构成更大的网络系统，PLC 已成为集散控制系统（DCS）不可缺少的重要组成部分。

4. 多功能化

为满足各种自动化控制系统的要求，近年来不断开发出许多功能模块，如高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块等。这些带 CPU 和存储器的智能 I/O 模块，既扩展了 PLC 功能，又使用灵活方便，扩大了 PLC 应用范围。

5. 高可靠性

根据统计资料表明：在 PLC 控制系统的故障中，内部故障占 20%，它可通过 PLC 本身的软、硬件实现检测、处理；而其余 80% 的故障属于 PLC 的外部故障。因此，PLC 生产厂家都致力于研制、发展用于检测外部故障的专用智能模块，进一步提高系统的可靠性。

6. 编程语言多样化

PLC 的编程语言在原有的梯形图、指令语句表和顺序功能图语言基础上，正在向不断丰富和高层次发展。多种编程语言的并存、互补与发展是 PLC 进步的一种趋势。

分组情况

第一组成员：_____ 第六组成员：_____

第二组成员：_____ 第七组成员：_____

第三组成员：_____ 第八组成员：_____

第四组成员：_____ 第九组成员：_____

第五组成员：_____ 第十组成员：_____

知识准备

一、PLC 编程元件

可编程控制器内部有许多具有不同功能的器件，作为编程元件，它们是由电子电路和存储器组成的，如编程元件 X 是由输入电路和输入映像寄存器组成的。

梯形图与继电器控制硬件电路图相似，梯形图中的编程元件 X 与继电器硬件控制电路中的各类开关和继电器相对应，所以又称为输入继电器。还有定时器、计数器等类似的元件。为了把它们和通常的硬器件区分开，通常把这种器件称为软编程元件，也就是说不是实际的物理器件。每个软元件有其不同的功能和固定的地址，软元件的多少决定了 PLC 的规模及数据处理能力。

不同型号和档次的 PLC 具有不同数量和功能的内部资源，但构成 PLC 基本特征的内部软元件是类似的。现以 FX 系列小型 PLC 为例，介绍 PLC 的内部资源。

PLC 是按照电气继电控制线路的设计思想，借助于大规模集成电路和计算机技术开发的一种新型工业控制器。使用者可以不必考虑 PLC 内部元器件的具体组成线路，可以将 PLC 看成是由各种功能元器件组成的工业控制器，利用编程语言对这些元器件线圈、触点进行编程以达到控制要求，为此使用者必须熟悉和掌握这些元器件的功能、编号及其使用方法。每种元器件都用特定的字母来表示，如 X 表示输入继电器、Y 表示输出继电器、M 表示辅助继电器、T 表示定时器、C 表示计数器、S 表示状态元件等，并对这些元器件给予规定的编号。

FX 系列 PLC 具有数种编程元件，FX 系列 PLC 编程元件的编号分为两部分，第一部分是代表功能的字母，如输入继电器用“X”表示，输出继电器用“Y”表示；第二部分为数字，为该类器件的序号，如 X0。

表 1-1 FX 系列 PLC 的内部软继电器及编号

PLC型号		FX0N	FX1N	FX2N (FX2NC)	FX3U
编程 元件种类	输入继电器X 按8进制编号	X0~X43 可扩展	X0~X43 可扩展	X0~X77 可扩展	X0~X367 可扩展
	输出继电器Y 按8进制编号	Y0~Y27 可扩展	Y0~Y27 可扩展	Y0~Y77 可扩展	Y0~Y367 可扩展
辅助 继电器 M	普通	M0~M383	M0~M383	M0~M499	M0~M499
	保持	M384~M511	M384~M1535	M50~M3071	M50~M3071
	特殊	M8000~M8255 (具体见使用手册)			
状态 寄存器S	初始	S0~S9	S0~S9	S0~S9	S0~S9
	返回原点用	-	-	S10~S19	S10~S19
	普通	S10~S127	S10~S999	S20~S499	S20~S499
	保持	S0~S127	S0~S999	S500~S899	S500~S899
	信号报警用	-	-	S900~S999	S900~S999
定时 器T	100ms		T0~T199	T0~T199	T0~T199
	10ms	T32~T62	T200~T245	T200~T245	T200~T245
	1ms	T63	-	-	-
	1ms 累积	-	T246~T249	T246~T249	T246~T249
	100m 累积	-	T250~T255	T250~T255	T250~T255
计 数 器C	16位增计数普通	C0~C15	C0~C15	C0~C99	C0~C99
	16位增计数保持	C16~C31	C16~C199	C100~C199	C100~C199
	32位可逆计数普通	-	C200~C219	C200~C219	C200~C219
	32位可逆计数保持	-	C220~C234	C220~C234	C220~C234
	高速计数器	C235~C255 (具体见使用手册)			
数据 寄存 器D	16位普通用	D0~D127	D0~D127	D0~D199	D0~D199
	16位保持用	D12~D255	D12~D7999	D200~D7999	D200~D7999
	16位特殊用	D8000~D8255	D8000~D8255	D8000~D8255	D8000~D8511
	16位变址用	V Z	V0~V7 Z0~Z7	V0~V7 Z0~Z7	V0~V7 Z0~Z7
指 针	嵌套	N0~N7	N0~N7	N0~N7	N0~N7
	跳转	P0~P63	P0~P127	P0~P127	P0~P127
P、 N、I	输入中断	I00~I30*	I00~I50*	I0**~I5**	I0**~I5**
	定时器中断	-	-	I6**~I8**	I6**~I8**
	计数器中断	-	-	I010~I060	I010~I060
常数 K、H	16位	K:-32768~32767H:0000~FFFF			
	32位	K:-2147483648~2147483647H:00000000~FFFFFF			

二、可编程控制器的编程语言

PLC使用的编程语言共有五种:梯形图、指令语句表,顺序功能图,逻辑符号图和高级编程语言。

1. 梯形图

梯形图是最直观、最简单的一种编程语言,是以图形符号及图形符号在图中的相互关系表示控制关系的编程语言,它是从继电器控制电路图演变过来的。在形式上类似于电器控制电路,由触点、线圈组成,电气技术人员容易接受。是目前使用较多的一种编程语言。

图1-5所示为一段最简单的梯形图。梯形图由左、右母线和逻辑行组成,逻辑行由各种等效继电器触点串并联后和线圈串联组成。

梯形图左右两端母线是不接任何电源的,梯形图中并不流过真实的电流,只是假想电流,假想电流是执行用户程序时满足输出执行条件而进行的假设。假想电流只能从左到右、从上到下流动。

同一个梯形图中的编程元件,不同的厂家会有所不同,但它们所表示的逻辑控制功能是相同的。

2. 指令语句表

梯形图编程语言的优点是直观、简便。如果采用经济便携式编程器将程序输入到可编程控制器中,只能使用另一种语言——指令语句表,指令语句表是一种与计算机汇编语言类似的助记符编程语言。它由若干条指令组成,语句是指令语句表编程语言的最小独立单元,每个控制功能由一个或多个语句组成的程序来执行。PLC的语句由指令操作码和操作数两部分组成。操作码由助记符表示,说明操作的功能,规定CPU如何动作,操作数是基本的操作对象,如X0。

图1-5所示梯形图对应的指令语句表如图1-6所示。

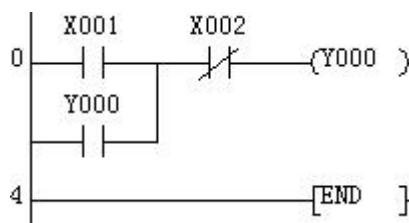


图 1-5 PLC 梯形图

步序	指令操作码	操作数
0	LD	X001
1	OR	Y000
2	ANI	X002
3	OUT	Y000
4	END	

图 1-6 图 1-5 对应的指令语句表

3. 顺序功能图

顺序功能图又叫做状态转移图或状态流程图,是使用状态来描述控制任务或过程的流程图,是一种专用于工业顺序控制程序设计语言。

它能完整地描述控制系统的工作过程、功能和特性,顺序功能图提供了一种组织程序的图形方法,步、转换和动作是顺序功能图中要的三种元件,如图1-7所示。顺序功能图是分析、设计电气控制系统控制程序的重要工具。

4. 逻辑符号图

逻辑符号图与数字电路的逻辑图极为相似,它用类似与门、或门的方框来表示逻辑运算关系,方框的左侧为逻辑运算的输入变量,右侧为输出变量。信号从左向右流动。逻辑符号图编程语言直观易懂,容易掌握。

5. 高级编程语言

结构文本编程语言是一种专用的高级编程语言。与梯形图相比,它能实现复杂的数学运算。在大型 PLC 中,为了完成具有数据处理、定位控制、图形操作终端等较为复杂的控制时,往往使用高级编程语言。高级编程语言编写的程序也非常简洁、紧凑。

三、可编程控制器基本工作原理

可编程控制器有两种基本工作状态,运行状态和停止状态。运行状态是指执行应用程序状态,停止状态一般用来对程序进行编制和修改。在运行状态时,可编程控制器通过执行反映控制要求的用户程序来实现控制功能。为了使可编程控制器的输出及时响应随时变化的输入信号,用户程序在反复不断地重复执行,直到可编程控制器切换到停止状态。

除了执行用户程序外,在每次循环过程中,可编程控制器还要完成内部处理和通信处理工作。一次完整的循环可概括为五个阶段,如图1-2所示。

1. 内部处理

检查CPU等内部硬件是否正常,使监视定时器复位,并进行其他内部处理。在每一次扫描开始之前,CPU都要进行复位监视定时器、硬件检查、用户内存检查等操作。如果有异常情况,除了故障显示灯亮以外,还判断并显示故障的性质。如果属于一般性故障则只报警不停机,等待处理。如果属于严重故

障，则停止PLC的运行。公共处理阶段所用的时间一般是固定的，不同机型的PLC有所差异。

2. 通讯服务

PLC自诊断处理完成以后进入通讯服务过程。首先检查有无通讯任务，如有则调用相应进程，完成与其他设备的通讯处理，并对通讯数据作相应处理；然后进行时钟、特殊寄存器更新处理等工作。可编程控制器处于停止状态时，只执行以上操作；当可编程控制器处于运行状态时，除了执行以上操作还要完成三个阶段的操作。

3. 输入采样阶段

在该阶段，可编程控制器把所有外部输入电路的接通和断开状态读入到输入映像寄存器中。外接的输入触点电路接通时，对应的输入映像寄存器为“1”状态，与

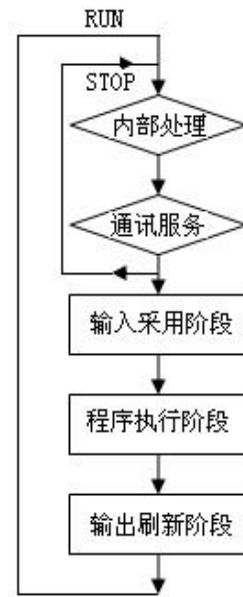


图 1-2 PLC 的扫描过程示意图

之对应的梯形图中输入继电器的常开触点接通，常闭触点断开；外部的输入电路断开时，对应的输入映像寄存器为“0”，与之对

4. 程序执行阶段

可编程控制器用户程序的编写形式主要有两种：梯形图和指令语句表。对梯形图程序，PLC按先上后下、先左后右的步序原则逐一扫描，执行程序。对指令语句表，按步序号顺序执行。在执行指令时，用户程序涉及输入、输出状态时，PLC从输入映像寄存器读出上一阶段采入的程序涉及的对应输入端子的“0/1”状态，并从输出映像寄存器读出对应映像寄存器的当前“0/1”状态，以及程序涉及的其他元件映像寄存器中的“0/1”状态，PLC根据用户程序进行逻辑运算，并把运算结果再写入对应的元件映像寄存器中。

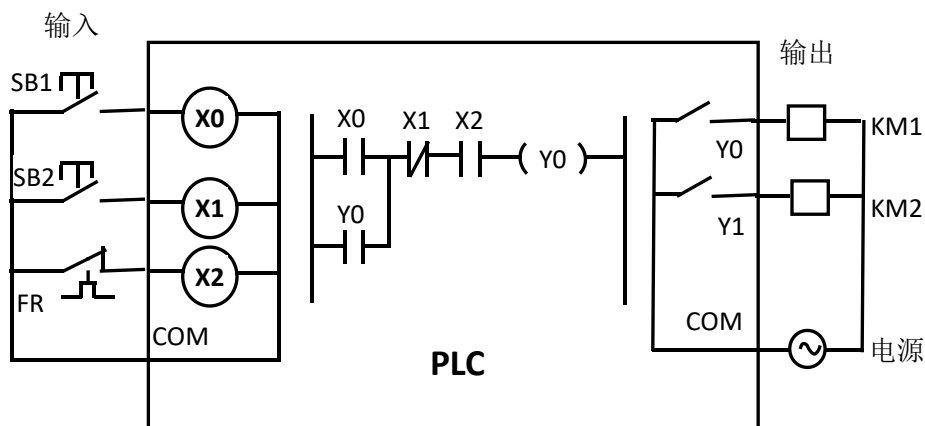


图 1-3 PLC 的程序执行过程示意图

5. 输出刷新阶段

在所有指令执行完毕后，元件映像寄存器中所有输出继电器的状态（接通 / 断开）在输出刷新阶段转存到输出锁存器中，通过输出端子和外部电源，驱动外部负载。

四、GX Delvelope编程软件

（一）PLC编程软件的安装

1. GX Delvelope编程软件的安装

FX系列可编程控制器GX Delvelope编程软件的安装过程如下。

打开三菱PLC编程软件GX Delvelope文件夹：如图1-7所示

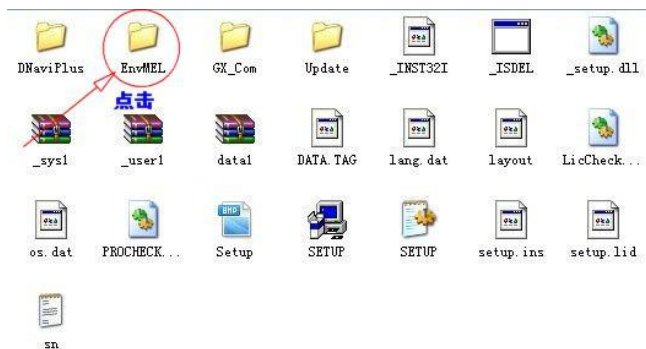


图 1-7 PLC 编程软件 GX

先安装《通用环境》。——点击文件夹“EnvMEL”，再点击“SETUP” 进行安装：



图 1-8 通用程序安装对话框



图 1-9 通用环境设置程序对话框

点击“下一个”出现《信息》对话框



图 1-10 通过环境“用户信号”对话框

点击下一个，设置程序已经在你的计算机上安装完成。



图 1-11 通过环境安装完成对话框

点击“结束”按钮。完成设置，通用环境安装完毕。

点击“后退”按钮，返回到原来的文件夹“GX Developer”，点击“SETUP”



图 1-12 “SETUP” 图标

同时出现三菱公司标志和软件系列号，并且开始安装“安装向导”



图 1-13 安装向导

注意下面的“安装”提示，在安装的时候，最好把其他应用程序关掉，包括杀毒软件，防火墙，IE，办公软件。因为这些软件可能会调用系统的其他文件，影响安装的正常进行。

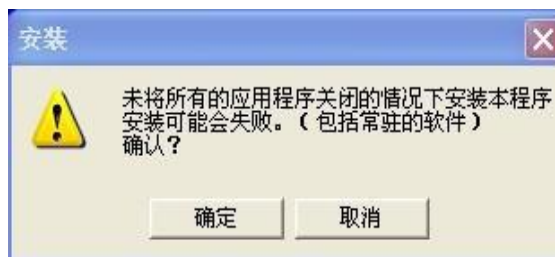


图 1-14 安装提示对话框



图 1-15 安装程序对话框

点击“确定”按钮，出现“欢迎”对话框，欢迎进入设置程序SwnD5-GPPW。本程序将把SwnD5-GPPW装入你的计算机。



图 1-16 设置程序对话框

点击“下一个”，出现“用户信息”



图 1-17 用户程序对话框

点“下一个”出现“注册确认”对话框，

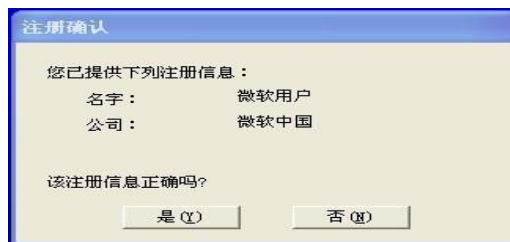


图 1-18 注册确认对话框

输入各种注册信息后，选择“是”，然后出现“输入序列号”对话框，（注意，不同软件的序列号可能会不相同，序列号可以在下载后的压缩包里得到）。



图 1-19 输入序列号对话框

点击：“下一个”，出现“ST语言程序功能”，前面：“打勾”



点击“下一个” 图 1-20 “ST 语言程序功能”对话框 个”千万注意
 “监视专用”这里不能打勾（安装选项中，每一个步骤要仔细看，有的选项打
 勾了反而不利）



图 1-21 “监视专用”对话框

点击“下一个”，出现三个选项，这两个地方可以打勾



图 1-22 “安装部件”对话框

然后点“下一个”，“选择安装目标位置”。



图 1-23 “选择安装目标位置”对话框

一直点击“下一个”，就开始安装了。



图 1-24 “等待安装过程”对话框

5-10分钟后，安装完成，系统弹出此窗口，点击“确定”



点击《开始》，在《程序》里可以找到安装好的文件，单击图标

即可进入GX Developer工作界面。



图 1-26 进入 GX GX Developer 工作界面菜单

2. PLC与计算机的连接及通信

在PLC与计算机连接构成的系统中，计算机主要完成数据处理、修改参数、图像显示、打印报表、编制PLC程序、工作状态监视等任务，而PLC则直接面向现场，面向设备进行实时控制。

在PLC基本单元上安装通讯模块FX2N-232-BD，并使用RS232C通讯线将PLC基本单元与计算机连接。

(二) 编程软件及其使用

GX Developer是应用于FX系列PLC的编程软件，可在Windows下运行。使用GX Developer编程软件，可通过梯形图、指令表及顺序功能图来编写PLC程序，建立注释数据，设置寄存器数据等。创建的程序可在串行通信系统中与PLC进行通信、文件传送、操作监控以及完成各种测试功能。也可将其存储文件，用打印机打印出来。

1. 进入编程软件界面



双击桌面上的  图标或在《程序》里可以找到安装好的文件，单击图标 ，即可进入编程环境，出现初始启动界面。如图1-27所示：



图 1-27 初始启动界面

2. 新建一个新文件

点击初始启动界面菜单栏中在“工程”菜单并在下拉菜单条中选取“创建新工程”，即出现如图1-28所示PLC类型选择对话框。

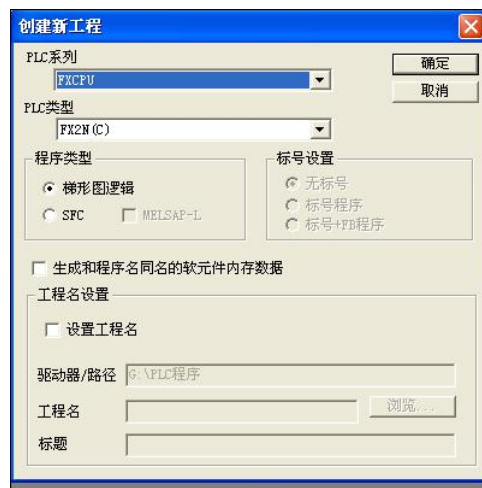


图 1-28 PLC 类型选择界面

选择好机型，用鼠标点击“确定”按钮后，则出现程序编辑的主界面，如图 1-29 所示。

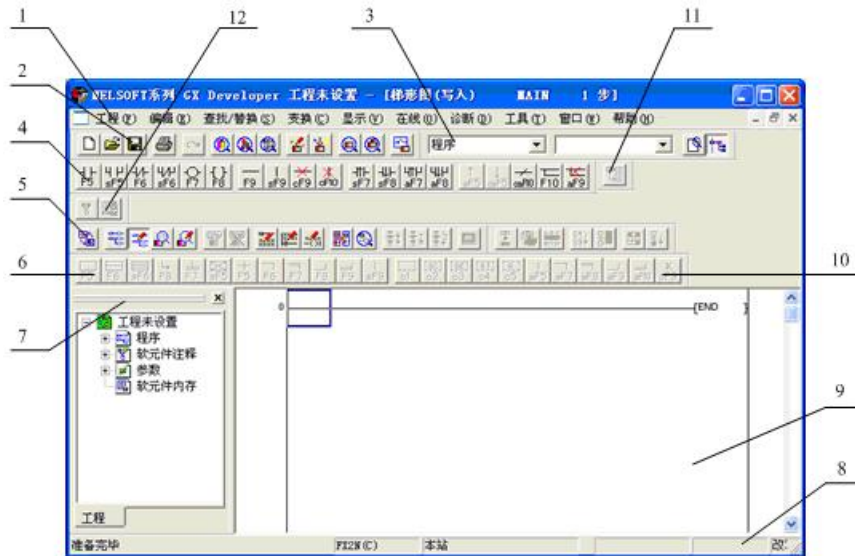


图 1-29 程序编辑主界面

3、主界面简介

GX Developer 编程软件的操作界面，该操作界面大致由下拉菜单、工具条、编程区、工程数据列表、状态条等部分组成。图 1-29 中引出线所示的名称、内容说明如表 1-1 所示。

序号	名称	内容
1	下拉菜单	包含工程、编辑、查找/替换、交换、显示、在线、诊断、工具、窗口、帮助，共 10 个菜单
2	标准工具条	由工程菜单、编辑菜单、查找/替换菜单、在线菜单、工具菜单中常用的功能组成。
3	数据切换工具条	可在程序菜单、参数、注释、编程元件内存这四个项目中切换
4	梯形图标记工具条	包含梯形图编辑所需要使用的常开触点、常闭触点、应用指令等内容
5	程序工具条	可进行梯形图模式，指令表模式的转换；进行读出模式，写入模式，监视模式，监视写入模式的转换
6	SFC 工具条	可对 SFC 程序进行块变换、块信息设置、排序、块监视操作

表 操作 介绍	7	工程参数列表	显示程序、编程元件注释、参数、编程元件内存等内容，可实现这些项目的数据的设定	1-1 界面
	8	状态栏	提示当前的操作：显示PLC类型以及当前操作状态等	
	9	操作编辑区	完成程序的编辑、修改、监控等的区域	
	10	SFC符号工具条	包含SFC程序编辑所需要使用的步、块启动步、选择合并、平行等功能键	
	11	编程元件内存工具条	进行编程元件的内存的设置	
	12	注释工具条	可进行注释范围设置或对公共/各程序的注释进行设置	

(三) PLC程序录入及其调试

1. PLC程序的录入

(1) 编辑梯形图

打开“工程”菜单项目的创建新文件，主窗口左边可以见到一条竖直的线，这就是梯形图中的左母线。蓝色的方框为光标，梯形图的绘制过程是取用图形符号库中的符号“拼绘”梯形图的过程。比如，要输入一个常开触点，可单击功能图栏中的常开触点，也可以在“编辑”菜单中选“梯形图标记”弹出菜单中的“常开触点”即可，这时出现如图1-30所示的对话框，在对话框中出入触点的地址及其他有关参数后点击“确定”按钮，要输入的常开触点及其地址就出现在蓝色光标所在的位置，如图1-31所示。



图 1-30 输入元件界面图 1



图 1-31 输入元件界面图 2

如果要输入功能指令时，点击“编辑”菜单，选中“梯形图标记”菜单中的“应用指令”，即可弹出如图1-32所示的对话框，然后在对话框中填入功能指令的助记符及操作数，点击“确定”按钮即可。例如，输入ADD D10 D20 D30指令，必须是ADD空格D10空格D20空格D30，确定。

功能指令的格式一定要符合要求，如助记符与操作数间要空格，指令的脉冲执行方式中，梯形图符前加“D”也不空格，梯形图符用“划线写入”完成。另外还需注意，梯形图符合

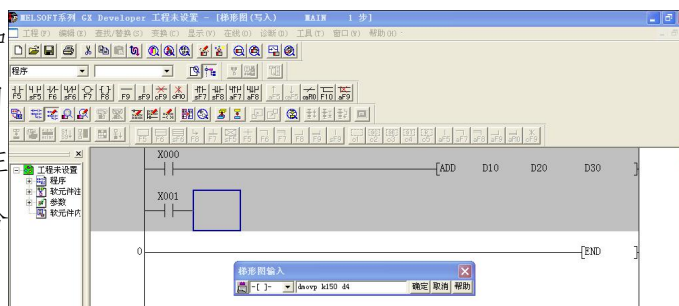


图 1-32 输入功能指令界面图

梯形图竖线的删除可利用菜单栏中“编辑”菜单中的“划线删除”。梯形图元件及电路块的剪切、复制和粘贴等方法与其他编辑类软件操作相似。还有需要强调的是，当绘制的梯形图需要保存时要先点击菜单栏中“变换”项，“变换”成功后才能保存，梯形图未经“变换”点击“保存”按钮将关闭编程软件，编绘的梯形图将丢失。

(2) 程序检查

程序编制完成后可以利用菜单栏中的“工具”菜单项下“程序检查”功能，对程序做语法、双线圈及电路错误的检查。如有问题，软件会提示程序存在的错误，如图1-33所示。

(3) 程序的下载和写入

程序编辑完成后需下载到PLC中运行，这时需点击菜单栏中“在线”菜单，在下拉菜单中再选“PLC写入”即可把编辑完成的程序下载到PLC中。传送菜单中的“PLC读取”命令则用于将PLC中的程序读入编程计算机中修改。PLC中一次只能存入一个程序。下载新程序后，旧的程序自动删除。程序下载界面如图1-34所示。

图 1-33 程序检查界面图

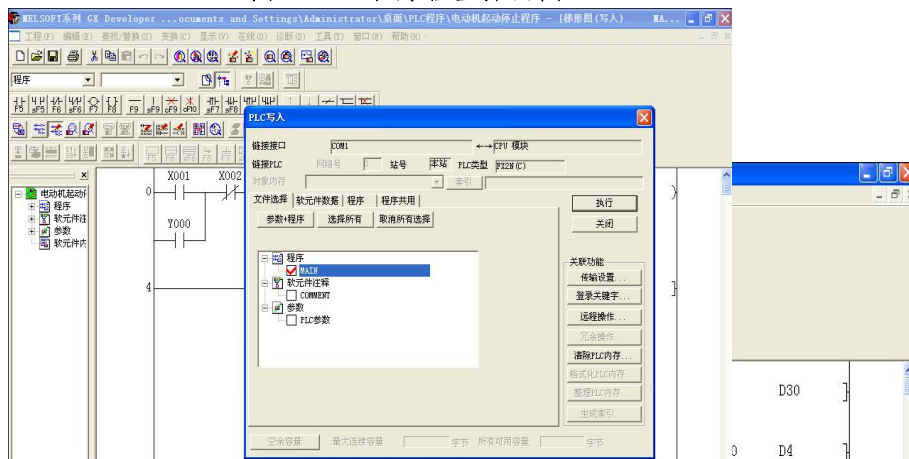
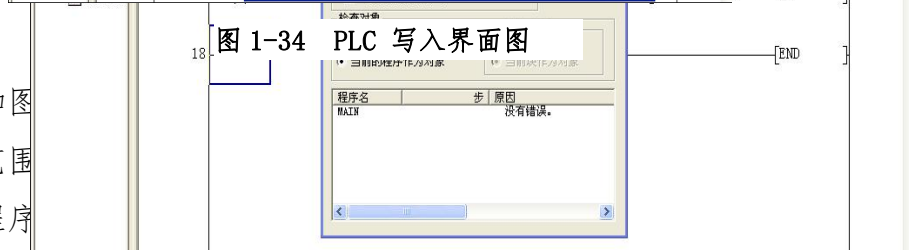


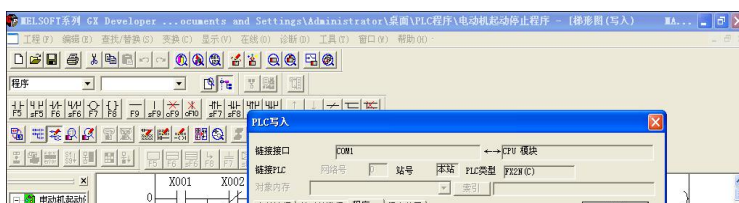
图 1-34 PLC 写入界面图

在如图
入程序范围
在程序



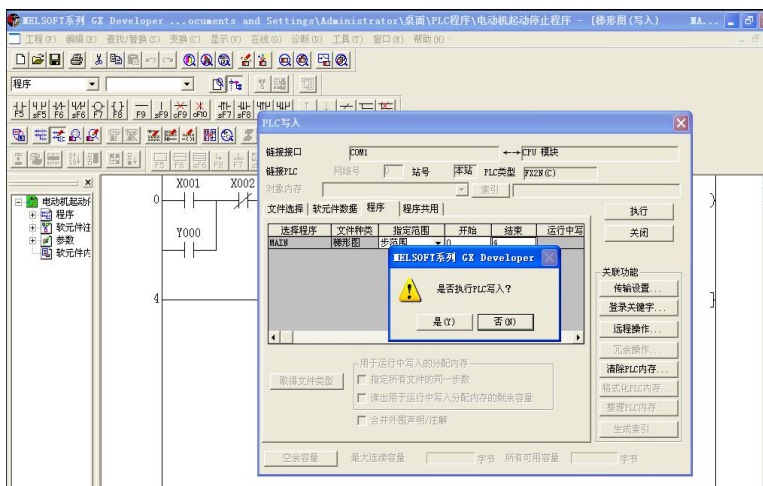
”进

11-36



所示的是否执行PLC写入界面。

图 1-35 设置程序范围界面图



单击“是”，进行PLC写入，进入如图 1-37 PLC写入完成界面，单击“完成”，完成PLC程序的写入。

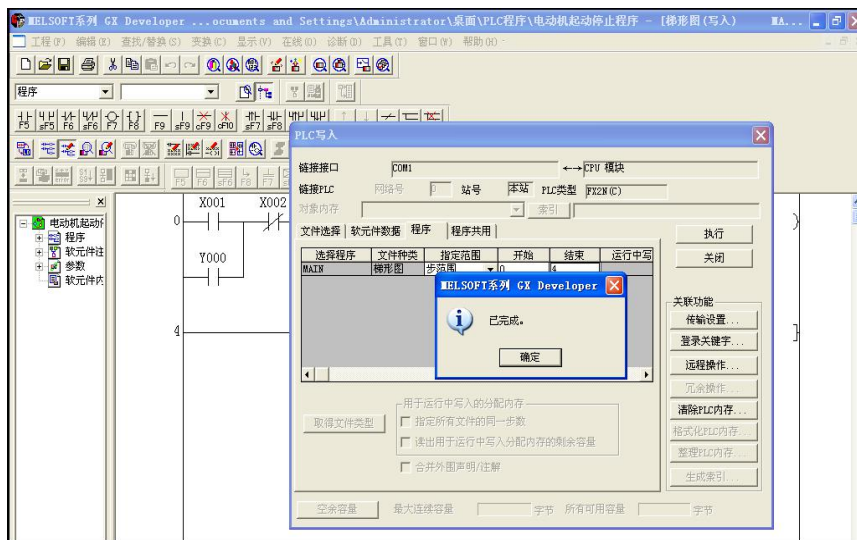


图 1-37 PLC 写入完成界面

(4) 程序的保存

点击“工程”菜单下的“保存工程”，即可进行文件保存。

(5) 重新编辑梯形图

将梯形图保存完后，如果认为不合适，需要重新编写梯形图时，点击“编辑”菜单下的“写入模式”，界面将进入编辑状态。

2. 程序的调试及运行监控

程序的调试及运行的监控是程序开发的重要环节，很少有程序一经编制就是完善的，只有经过试运行甚至现场运行才能发现程序中不合理的并且进行修改。GX Developer编程软件具有监控功能，可用于程序的调试及监控。

(1) 程序的运行及监控

程序下载后保持编程计算机与PLC的联机状态并启动程序运行，编辑区显示梯形图状态下，点击菜单栏中“在线”菜单项后，选择“监控”菜单项的子菜单“监视开始”，进入元件的监控状态。此时梯形图上将显示PLC中各触点的状态及各数据存储单元的数值变化，如图1-38所示，图中有长方形光标显示的位元件处于接通状态，数据元件中的数据则直接标出。在监视状态时点击菜单栏中“在线”菜单选项并选择“监视停止”则终止监控状态，回到编辑状态。

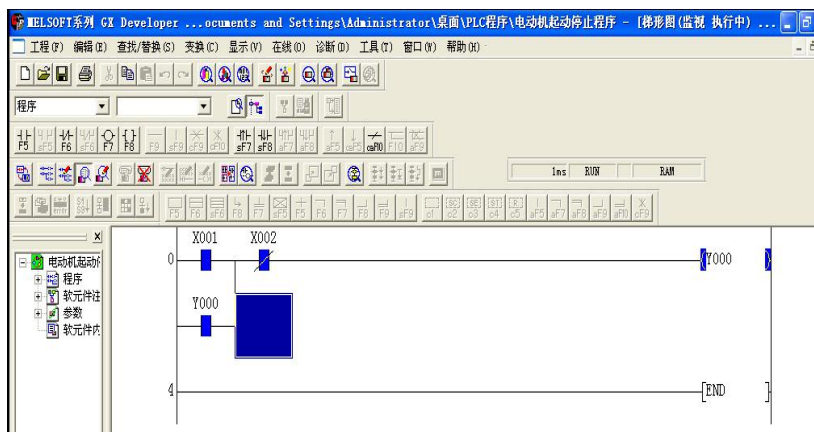


图 1-38 PLC 监视界面

(2) 位元件的强制状态

在调试中可能需要PLC的某些位元件处于ON或OFF状态，以便观察程序的反应。这可以通过“在线”菜单项中的“软件测试”命令实现。选择该命令时将弹

计划与决策:

工作计划表

任务:

小组成员:

日期:

序号	工作阶段/步骤	附注	准备清单 设备/工具/附注工具	工作安全	工作质量 环境保护	工作时间	
						实际	计划
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

实施：

请各组按照所制定的计划完成任务。

注意：

合理安排时间并记录实际使用时长；

小组成员应合理分工，责任到人，完成器件选型、器件安装、线路连接、程序编写、系统调试等任务，并完成下述表格。

- 1、文件的创建与保存
- 2、梯形图编辑
- 3、梯形图写入和监控
- 4、材料选择清单

姓名：		小组成员：			
任务：		领取日期：			
序号	名称（型号）	规格	数量	安全注意事项	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

5、工具清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				

4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

检查:

启动检查			
姓名:		日期:	
电路:		使用的 DIV-VDE	
1、目视检测			
序号	检查项目	存在缺陷	附注
1		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
2		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
3		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
4		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
5		是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
附注:			
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>			

评价：

任务：		日期：					
组别	小组成员	团队能力	信息与计划	安全性与功能检查	实施	结果演示	总分
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

备注：评分包含团队能力（20%）、信息与计划（20%）、安全性与功能检查（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）

知识进阶:

一、可编程控制器的特点

可编程控制器出现后发展十分迅速,应用于许多工业领域,原因在于与继电器接触器控制系统相比,有许多明显特点:

1. 可靠性高, 抗干扰能力强

高可靠性是PLC最突出的特点之一,它是专为工业控制设计的,采用了微电子技术,大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成,还在硬件上采取了光电隔离、滤波、屏蔽等措施。

2. 编程简单, 使用方便

PLC作为通用的工业控制设备,它提供了多种面向用户的语言,常用的有梯形图、指令语句表和顺序流程图。梯形图是PLC最常用的编程语言,它与继电器控制原理图类似,具有直观、清晰等优点。不需要专门的计算机知识和语言,具有一定的电工和工艺知识的人员都可在短时间内掌握。利用专用的编程器,可方便地查看、编辑、修改用户程序。

3. 使用灵活、通用性强

PLC的硬件是标准化的,加之PLC的产品已系列化,功能模块品种多,可以灵活组成各种不同大小和不同功能的控制系统。在PLC构成的控制系统中,只需在PLC的输入输出端子上接入相应的输入输出信号线。当需要变更控制系统功能时,只要用编程器在线或离线修改程序即可,同一个PLC装置可用于不同的控制对象,只是输入输出组件和应用软件要发生改变而已。

4. 设计、施工、调试周期短

用继电器接触器控制完成一项控制工程,必须首先按工艺要求画出电气原理图,然后画出继电器柜的布置和接线图等,进行安装调试,后期修改起来十分不便。对于PLC控制系统,由于采用软件代替硬件实现控制,所以硬件线路非常简洁,并为模块化积木式结构,且已商品化,只需要按性能、容量(输入输出点数、内存大小)等选用组装即可,而大量具体的程序编制工作也可在PLC到货前进行,因而缩短了设计周期,使设计和施工可同时进行。由于用软件编程取代了硬接线实现控制功能,大大减轻了烦琐的安装接线工作,缩短了施工周期。PLC是通过程序完成控制任务的,采用了方便用户的工业编程语言,还具有强制和仿真的功

能，故程序的设计、修改和调试都很方便，这样可大大缩短设计和调试周期。

5. 体积小、功耗小、性价比高

对于复杂的控制系统，使用可编程控制器后，由于PLC采用了半导体集成电路，可以减少大量的中间继电器和时间继电器，使控制系统的体积大大缩小，同时节省了大量费用。可编程控制器体积小、重量轻，结构紧凑，功能低，因而是实现机电一体化的理想控制设备。

6. 运行快捷

传统继电器节点的响应时间一般需要几百毫秒，而可编程控制器里的节点反应快，内部是微秒级的，外部是毫秒级的。

PLC的缺点是价格比较高。

二、可编程控制器的分类

PLC产品种类繁多，其规格和性能也各不相同，通常根据其结构形式的不同、功能的差异和I/O点数的多少等进行大致分类。

1. 按结构形式分类

根据PLC的结构形式，可将PLC分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式PLC

整体式又称为单元式货箱体式PLC，就是将电源、CPU、I/O接口等部件都集中装在一个机箱内，具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型PLC一般采用这种整体式结构。整体式PLC由不同I/O点数的基本单元（又称主机）和扩展单元组成。基本单元内有CPU、I/O接口、与编程器相连的接口等。扩展单元内只有I/O和电源，没有CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式PLC一般还可配备特殊功能单元，如模拟量单元、数据输入/输出单元等，这些特殊单元使PLC的功能得以扩展。

(2) 模块式PLC

模块式PLC又称为积木式PLC，它是将构成PLC的各个部分按功能分别做成若干个单独的模块，如CPU模块、I/O模块、电源模块等。模块式PLC由框架和各种模块组成。这种模块式PLC的特点是配置灵活，可根据需要选配不同规模的系统，而且装配方便，便于扩展和维修。大、中型PLC一般采用模块式结构。

还有一些PLC将整体式和模块式的特点结合起来，构成所谓叠装式PLC。叠装式PLC其CPU、电源、I/O接口等也是各自独立的模块，但它们之间是靠电缆进行

联接，并且各模块可以一层层地叠装。这样，不但系统可以灵活配置，还可做得体积小。

2. 按功能分类

根据PLC所具有的功能不同，可将PLC分为低档、中档、高档三类。

(1) 低档PLC

具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能，还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

(2) 中档PLC

除了具有低档PLC的功能外，还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程I/O、通信联网等功能。有些还可增设中断控制、PID控制等功能，适用于复杂控制系统。

(3) 高档PLC

除具有中档机的功能外，还增加了带符号算术运算、位逻辑运算、平方根运算、矩阵运算、特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档PLC机具有更强的通信联网功能，可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统，实现工厂自动化。

3. 按I/O点数分类

根据PLC的I/O点数的多少，可将PLC分为小型、中型和大型三类。

(1) 小型PLC：I/O点数小于256点；单CPU、8位或16位处理器、用户存储器容量4K字以下。这类可编程控制器结构简单，大多数为整体式结构。

(2) 中型PLC：I/O点数256~2048点；双CPU，用户存储器容量2K~8K。这类可编程控制器由于I/O点数跨度大，所以采用模块式结构。

(3) 大型PLC：I/O点数大于2048点；多CPU，16位、32位处理器，用户存储器容量8K~16K。这类可编程控制器不仅能进行大量的逻辑控制，还能实现多种、多路的模拟量控制。结构形式也是模块式。

三、FX系列PLC的性能指标

各厂家的PLC产品或同一厂家不同系列的PLC产品，在性能指标上会有很大差别，PLC的性能指标较多，PLC的主要性能指标有以下几点。

1. 输入/输出点数

早期生产的PLC用于顺序控制和逻辑控制，其规模用开关量输入/输出点数来表示，通常所说的I/O点数是指开关量输入和输出点数之和，对于整体式PLC，开关量输入、输出点数通常各占总点数的百分之五十。例如32点的PLC，表示其开关量输入、输出点数各有16个，即有16个输入端子用来接受外部控制信号，16个输出端子可以直接或间接驱动外部负载。

输入输出点数是PLC组成控制系统时所能接入的输入输出信号的最大数量，表示PLC组成系统时可能的最大规模。这时有个问题要注意，在总的点数中，输入点与输出点总是按一定的比例设置的，往往是输入点数大于输出点数，且输入与输出点数不能相互替代。

2. 应用程序的存储容量

PLC的存储器包括系统程序存储器、用户程序存储器和数据存储器。系统程序由PLC生产厂家编写并写入只读存储器ROM中，系统程序存储器存放管理程序、标准子程序、调用程序、检查程序、监控程序和用户指令解释程序等，它们一般存储在只读存储器中。

厂家给出的资料中是用户存储容量和数据存储容量。用户程序是用户使用编程器输入的编程指令，如用户使用编程软件编制的梯形图程序，这部分程序存放在随机存储器和可电擦除只读存储器中。

应用程序的容量大小决定了PLC可以容纳用户程序的长短和控制水平，通常用K字（kw），K字节（kb）或K位来表示，1K=1024。也有的PLC直接用所能存放的程序量表示。在一些文献中称PLC中存放程序的地址单位为“步”，每一步占用两个字，一条基本指令一般为一步。功能复杂的指令，特别是功能指令，往往有若干步。因而用“步”来表示程序容量，往往以最简单指令为单位，称为多少K基本指令（步）。

3. 扫描速度

一般以执行1000条基本指令所需的时间来衡量。单位为毫秒/千步，也有以执行一步指令时间计的，如微秒/步。一般逻辑指令与运算指令的平均执行时间有较大的差别，因而大多场合，扫描速度往往需要标明是执行哪类程序。

以下是扫描速度的参考值：由目前PLC采用的CPU的主频考虑，扫描速度比较慢的为2.2ms/K逻辑运算程序，60ms/K数字运算程序；较快的为1ms/K逻辑运算程序，10ms/K数字运算程序；更快的能达到0.75/K逻辑运算程序。

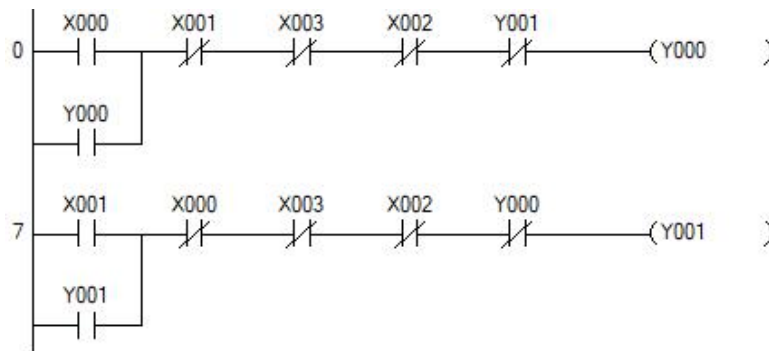
4. 指令的种类及数量

不同厂家的PLC编程语言不同，相互不兼容。梯形图语言指令表语言较为常见，近年来功能图语言的使用量有上升趋势。能同时使用多种编程方法的机器，容易为更多的人使用。编程能力中还有一个内容是指令的功能。衡量指令功能强弱可看两个方面：一是指令条数的多少，二是指令中综合性指令的条数。一条综合性指令一般可以完成一项专门操作。比如查表、排序等功能，相当于一个子程序。指令的功能越强，使用指令完成一定的控制目的就越容易。另外，可编程序控制器的可扩展性、可靠性、易操作规程性及经济性等性能指标也较受用户的关注。

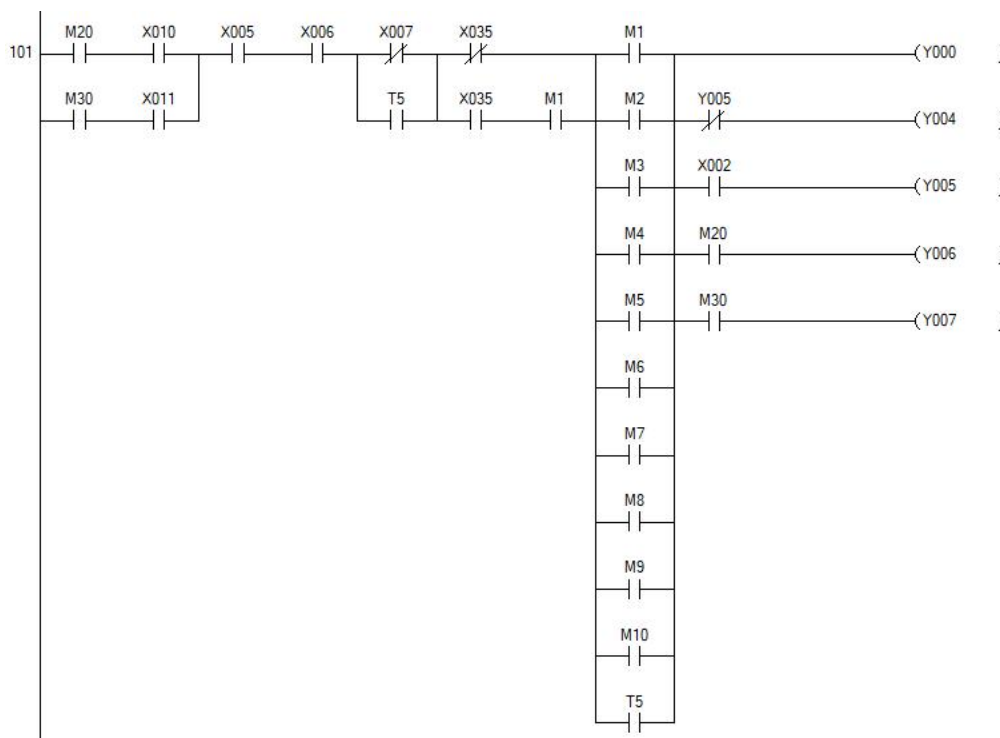
5. 内部器件的种类和数量

PLC 有大量的内部元件，用来存放变量和中间结果，也用来保持数据、模块设置等。这些元件的种类与数量越多，表示 PLC 存储和处理各种信息的能力越强。

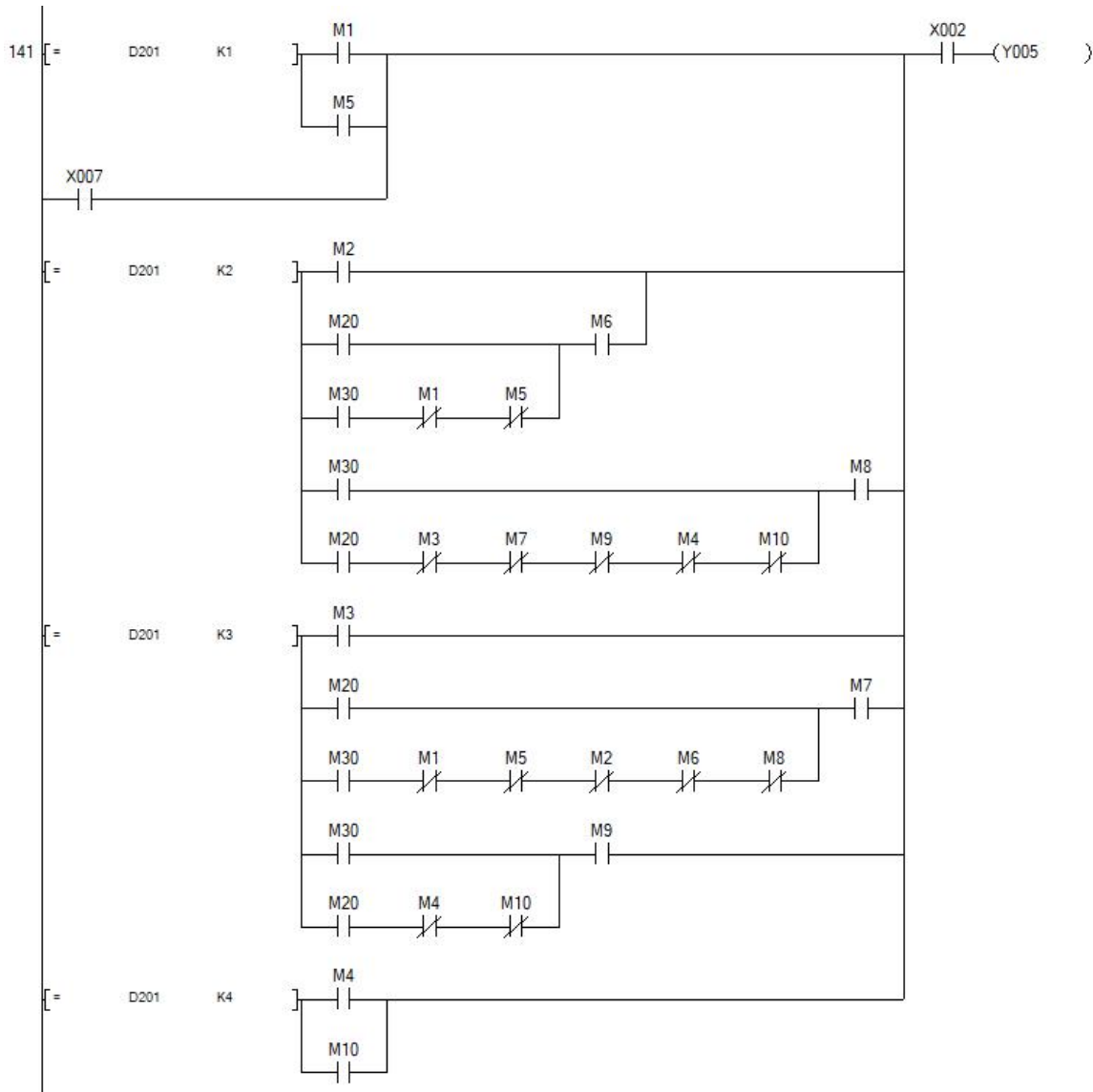
附图 1:



附图 2:



附图 3:



2. 输出继电器Y

输出继电器是PLC中专门用来将运算结果信号经输出接口电路及输出端子送达并控制外部负载的虚拟继电器。外部信号无法直接驱动输出继电器，它只能在程序内部由指令驱动。在扫描用户程序时，根据该输出线圈Y的控制线路的逻辑运算结果来确定输出映像寄存器Y的状态。输出继电器的常开常闭触点在编程中使用次数不限，在PLC内可以自由使用，FX3U系列PLC输出继电器采用八进制地址编号：Y000~Y007、Y010~Y017…Y370~Y377最多可达256点。

应用举例：

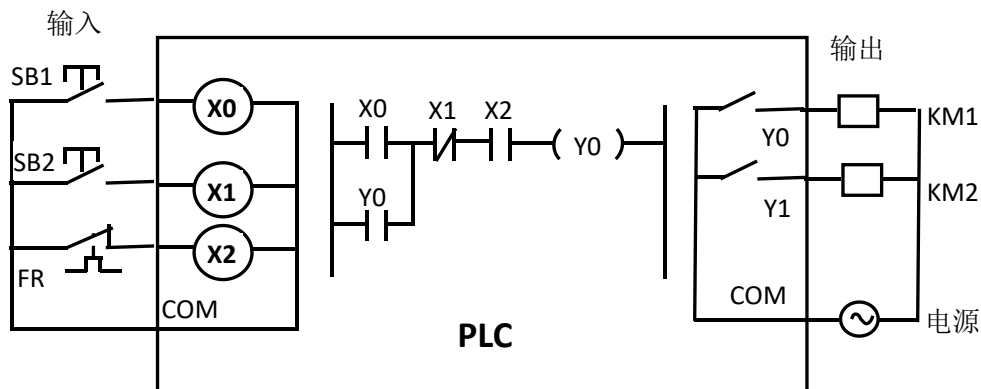


图 2-1 PLC 的工作原理图

图2-1中,按下启动按钮SB2时,PLC内部输入继电器X1线圈得电,常开触点接通,常闭X0和热继电器X2常开触点接通,输出继电器Y0的线圈得电,其常开触点闭合,输出端口的输出继电器常开触点闭合,使该输出端口控制的负载(接触器线圈KM得电),进而控制主电路电器的运行。

二、基本逻辑指令

LD (取指令): 用于单个常开触点与左母线连接时,每一个以常开触点开始的逻辑行都用此指令。

LDI (取反指令): 用于单个常闭触点与左母线连接时,每一个以常闭触点开始的逻辑行都用此指令。

LDP (取上升沿指令): 与左母线连接的常开触点上升沿检测指令,在指定位元件的上升沿(由OFF→ON)时接通且接通一个扫描周期。

LDF (取下降沿指令): 与左母线连接的常闭触点下降沿检测指令,在指定位元件的下降沿(由ON→OFF)时接通且接通一个扫描周期。

OUT (输出指令): 对线圈进行驱动时使用。

END (结束指令): 表示程序结束, 返回起始地址。

取指令与输出指令的使用说明如图2-2所示。

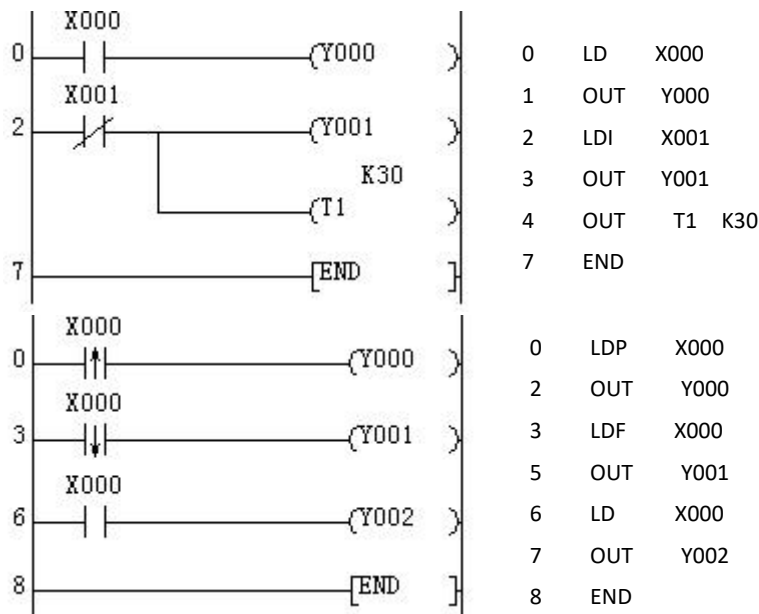


图 2-2 基本逻辑指令的使用

基本逻辑指令的使用说明:

(1) LD、LDI指令既可用于输入左母线相连的触点, 也可与ANB、ORB指令配合实现块逻辑运算;

(2) LDP、LDF指令仅在对对应元件上升沿或下降沿接通一个扫描周期。图4-1中, 当X0有一个下降沿时, 则Y1只有一个扫描周期为ON;

(3) LD、LDI、LDP、LDF指令的目标元件可以是X、Y、M、T、C、S;

(4) OUT指令目标元件可以为Y、M、T、C和S, 但不能是X。

(5) OUT指令可以多次连续使用(相当于线圈并联), 在使用OUT指令时, 定时器和计数器应设置常数K或数据寄存器。

(6) 在程序中写入END指令, 将强制结束当前的扫描执行过程, 即END指令后的程序不再扫描, 而是直接进行输出处理。调试时, 可将程序分段后插入END指令, 从而依次对各程序段的运算进行检查。

计划与决策:

工作计划表

任务:

小组成员:

日期:

序号	工作阶段/步骤	附注	准备清单 设备/工具/附注工具	工作安全	工作质量 环境保护	工作时间	
						实际	计划
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

实施:

请各组按照所制定的计划完成改装任务。

注意:

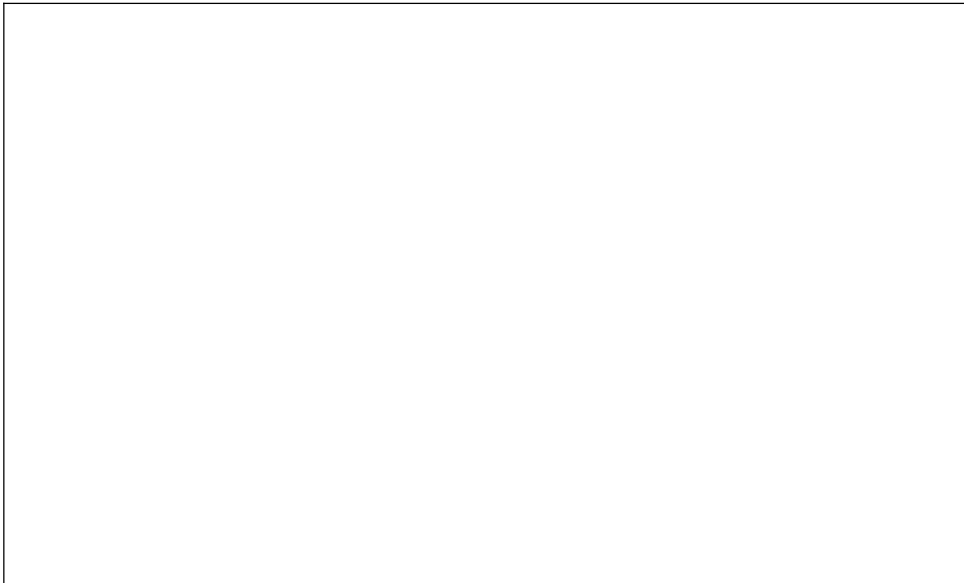
合理安排时间并记录实际使用时长;

小组成员应合理分工, 责任到人, 完成器件选型、器件安装、线路连接、程序编写、系统调试等任务。

1、控制要求分析

根据三相异步电动机点动的控制要求可知, 发出命令的元器件就是一个点动按钮, 作为 PLC 的输入量; 执行命令的元器件就是一个交流接触器, 通过它的主触点可将三相异步电动机与三相交流电源接通, 从而实现电动机的点动运行控制, 其线圈作为 PLC 的输出量。按下点动按钮, 交流接触器线圈就能得电; 松开点动按钮, 交流接触器线圈又会失电。那么, 在按钮与交流接触器线圈之间没有电气连接的情况下, 如何做到这样的控制呢? 通过本任务的学习, 大家就会知晓是通过 PLC 及其编写的控制程序实现的。

2、元件布置图

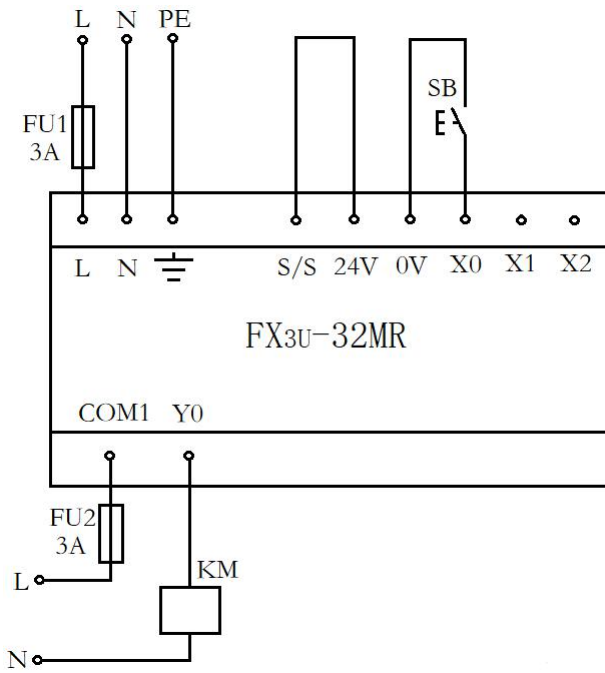


3、I/O 分配表

输入		输出	
元件及功能	地址分配	元件及功能	地址分配
点动按钮 SB	X0	接触器 KM	Y0

--	--	--	--

6、PLC 硬件接线图



5、材料选择清单

姓名:		小组成员:			
任务:		领取日期:			
序号	名称 (型号)	规格	数量	安全注意事项	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

6、工具清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

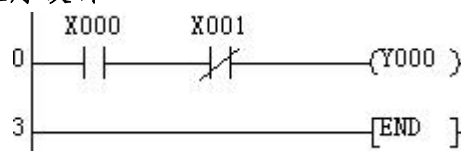
7、器件清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

8、控制柜配盘

请按配盘相关要求进行硬件接线。

9、梯形图程序设计



检查调试：

启动检查					
姓名：			日期：		
电路：			使用的 DIV-VDE		
1、目视检测					
序号	检查项目		存在缺陷		附注
1	工具器具装备		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2	导线连接（绝缘、剥线、连接等）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
3	导线选择和敷设（截面、芯线颜色）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
4	针对直接接触的保护（手指保护）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
5	过电流和保护装置（选择、调节、功能）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2、主电路的电源电压测量					
序号	测量值 1	测量值 2	设定值	测量值	测试值符合 DIV-VDE
1					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
4					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
5					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3、控制电路的电源电压测量					
序号	测量点 1	测量点 2	检查电压	测量值	按照 DIV-VDE 的最低值
1					
2					
3					
4					
5					

4、功能检查
所有观察点功能与功能说明和电路图相符合？
是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
附注：
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

评价：

任务：		日期：					
组别	小组成员	团队能力	信息与计划	安全性与功能检查	实施	结果演示	总分
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

备注：评分包含团队能力（20%）、信息与计划（20%）、安全性与功能检查（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）

(2) AND、ANI、ANDP、ANDF的目标元件可以为X、Y、M、T、C和S；

二、单个触点并联指令

OR（或指令）：用于单个常开触点的并联，实现逻辑“或”运算。

ORI（或非指令）：用于单个常闭触点的并联，实现逻辑“或非”运算。

ORP：上升沿检测并联连接指令，在单个常开触点接通的瞬间与上面的触点并联一个扫描周期。

ORF：下降沿检测并联连接指令，在单个常开触点断开的瞬间与上面的触点并联一个扫描周期。触点并联指令的使用如图2-7所示。

触点并联指令的使用说明：

- (1) 指令OR、ORI、ORP、ORF都是在单个触点的并联时使用；
- (2) 以上指令可以连续使用，并且不受使用次数的限制；
- (3) OR、ORI、ORP、ORF指令的目标元件可以为X、Y、M、T、C、S。

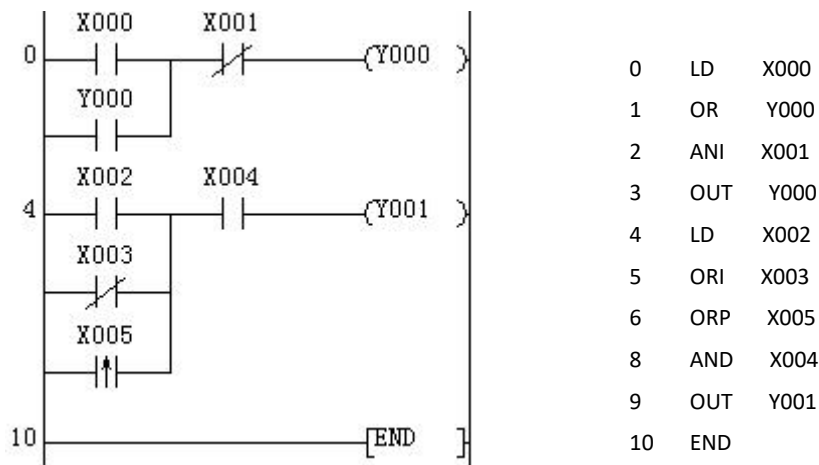


图 2-7 触点并联指令的使用

计划与决策:

工作计划表

任务:

小组成员:

日期:

序号	工作阶段/步骤	附注	准备清单 设备/工具/附注工具	工作安全	工作质量 环境保护	工作时间	
						实际	计划
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

任务实施:

请各组按照所制定的计划完成改装任务。

注意:

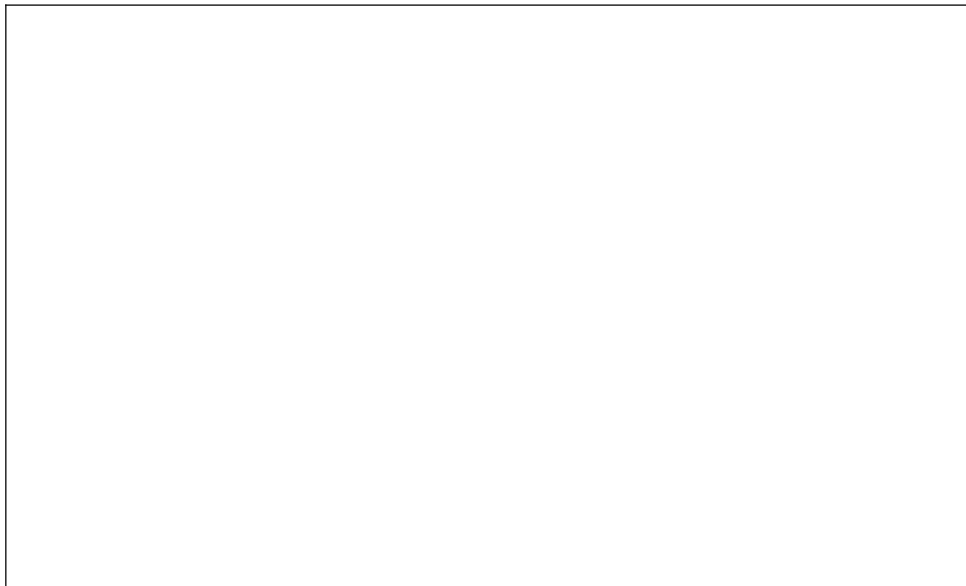
合理安排时间并记录实际使用时长;

小组成员应合理分工, 责任到人, 完成器件选型、器件安装、线路连接、程序编写、系统调试等任务。

2、控制要求分析

根据电动机的连续运行可知, 发出命令的元器件分别为启动按钮、停止按钮、热继电器的触点作为 PLC 的输入量, 执行命令的元器件是交流接触器, 通过它的主触点可将电动机与三相电源接通, 从而实现电动机的连续运行控制, 它的线圈作为 PLC 输出量。

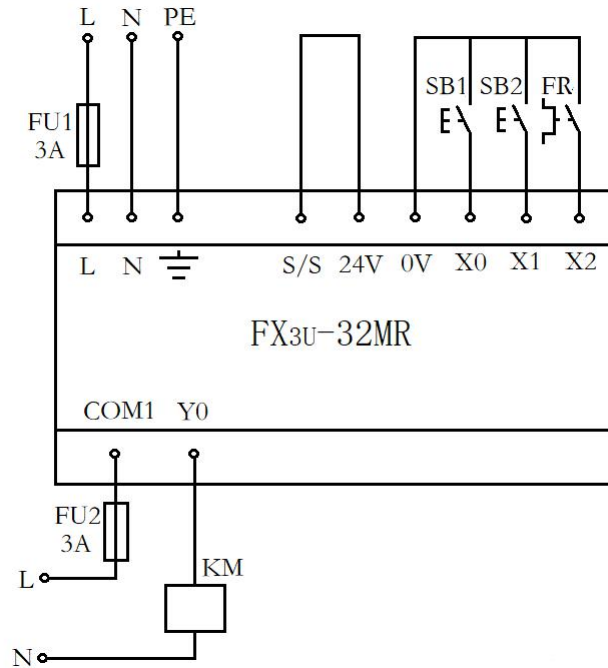
2、元件布置图



3、I/O 分配表

输入		输出	
元件及功能	地址分配	元件及功能	地址分配
启动按钮 SB1	X0	接触器 KM	Y0
停止按钮 SB2	X1		
热继电器 FR	X2		

4、PLC 接线图



5、材料选择清单

姓名:		小组成员:			
任务:		领取日期:			
序号	名称(型号)	规格	数量	安全注意事项	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

6、工具清单

序号	名称	规格	数量	备注
----	----	----	----	----

1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

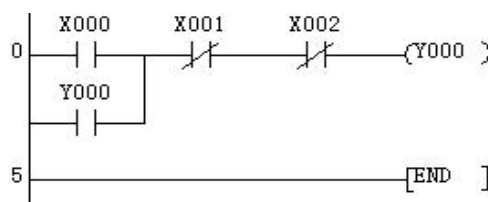
7、器件清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

8、控制柜配盘

请按配盘相关要求进行硬件接线。

9、梯形图程序设计



检查调试：

启动检查					
姓名：			日期：		
电路：			使用的 DIV-VDE		
1、目视检测					
序号	检查项目		存在缺陷		附注
1	工具器具装备		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2	导线连接（绝缘、剥线、连接等）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
3	导线选择和敷设（截面、芯线颜色）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
4	针对直接接触的保护（手指保护）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
5	过电流和保护装置（选择、调节、功能）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2、主电路的电源电压测量					
序号	测量值 1	测量值 2	设定值	测量值	测试值符合 DIV-VDE
1					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
4					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
5					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3、控制电路的电源电压测量					
序号	测量点 1	测量点 2	检查电压	测量值	按照 DIV-VDE 的最低值
1					
2					
3					
4					
5					

4、功能检查
所有观察点功能与功能说明和电路图相符合？
是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
附注：

评价：

任务：		日期：					
组别	小组成员	团队能力	信息与计划	安全性与功能检查	实施	结果演示	总分
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

备注：评分包含团队能力（20%）、信息与计划（20%）、安全性与功能检查（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）

知识进阶：

一、PLC 控制系统与继电器控制系统

PLC 控制系统与继电器-接触器控制系统相比，既有许多相似之处，也有许多不同。传统的继电器-接触器控制系统被 PLC 控制系统取代已是必然趋势，从适应性、可靠性、方便性及设计、安装、调试、维护等各方面比较，PLC 都有显著的优势。

1、适应性

继电器-接触器控制系统采用硬件接线方式，针对固定的生产工艺设计，系

统只能完成固定的功能。系统构成后，若想改变或增加功能较为困难，一旦工艺过程改变，系统则需要重新设计。PLC 采用计算机技术，其控制逻辑通过软件实现，要改变逻辑控制只需改变程序，因而很容易改变或增加系统功能。PLC 系统的灵活性和可扩展性交好。

2、可靠性和可维护性

继电器-接触器控制系统使用了大量的机械触点，连线较多。触点开闭会受到电弧的损坏，并有机机械磨损，寿命短，因此可靠性和可维护性差。而 PLC 控制系统采用微电子技术，大量的开关动作由无触点的半导体电路完成，它体积小，寿命长，可靠性高。PLC 还配有自检和监视功能，能检查出自身的故障，并随时显示给操作人员，还能动态地监视控制程序的执行情况，为现场调试和维护提供了方便。

3、设计和施工

使用继电器-接触器控制系统完成一项控制工程，其设计、施工、调试必须依次进行，周期长，而且维护困难。工程越大，这一问题就月突出。而 PLC 控制系统完成一项控制工程，在系统设计完成后，现场施工和控制逻辑的设计（包括梯形图设计）可以同时进行的，周期短，且调试和维护都比较方便。

二、置位、复位指令（SET/RST）

SET（置位指令）：作用是使被操作的目标元件置位并保持。

RST（复位指令）：作用是使被操作的目标元件复位并保持清零状态

SET、RST 指令的使用如图 2-28 所示。当 X0 常开触点接通时，Y0 和 Y1 均为 ON 状态，当 X0 常开触点断开时，Y1 变为 OFF 状态，而 Y0 一直保持原来的 ON 状态；只有当 X1 的常开触点接通时，Y0 才变为 OFF 状态。

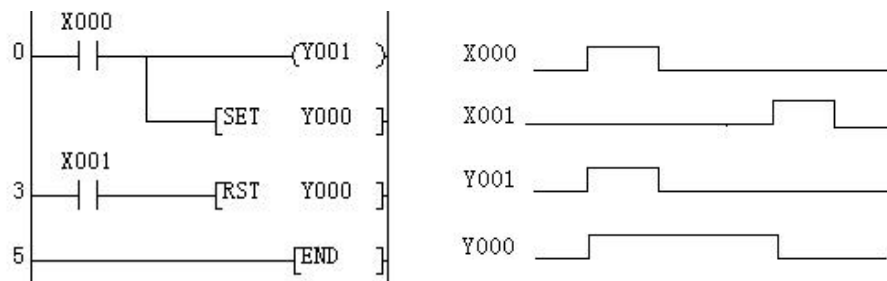


图 2-28 置位与复位指令的使用

SET、RST 指令的使用说明：

(1) SET 指令的操作数可以为 Y、M 和 S，RST 指令的操作数可以为 Y、M、S、T、C、D、V 和 Z；

(2) 对于同一目标元件，SET、RST 可多次使用，顺序也可随意，但最后执行者有效

(3) 使用 RST 指令可以对定时器、计数器、数据寄存器等内容清零。

学习情境	学习情境二 典型电气控制线路的 PLC 改装	任务	任务三 双向传送带运行控制
授课班级	20 机制班	授课学时	4 学时

任务描述

现有一双向传送带运行控制系统，可以实现传送带的双向控制，相关电气图纸已给出。请按要求对此控制系统改装为 PLC 控制系统。

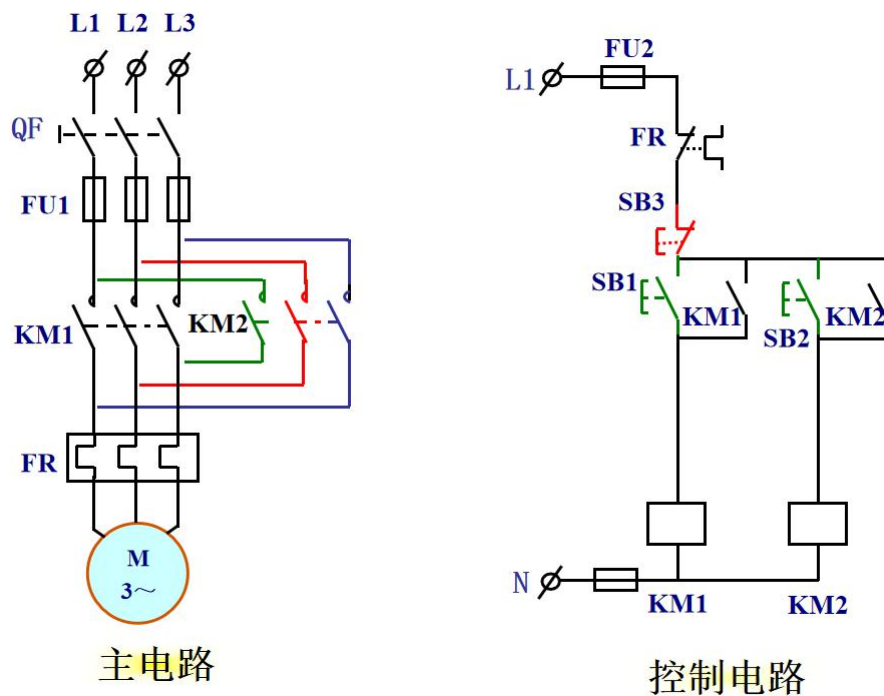


图 2-2-1 电动机正反转控制电气原理图

请按下述控制要求完成线路的改装与调试。

改装要求：

- 5、保持原有控制按钮数量及功能；
- 6、保留原有线路主电路部分，仅改装控制线路部分实现电机正反转控制；
- 7、该电路必须具有必要的短路保护、过载保护等。

知识回顾

9、如何实现电机的反转？

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

直接对外输入、输出，经常用作暂存、移动运算等。这类继电器称作辅助继电器。辅助继电器是PLC中数量最多的一种继电器，一般的辅助继电器的作用与继电器控制系统中的中间继电器的作用相似。

辅助继电器不能直接驱动外部负载，负载只能由输出继电器的外部触点驱动，辅助继电器的常开与常闭触点在PLC内部编程时可无限次使用。

辅助继电器用字母M与十进制数共同组成编号。

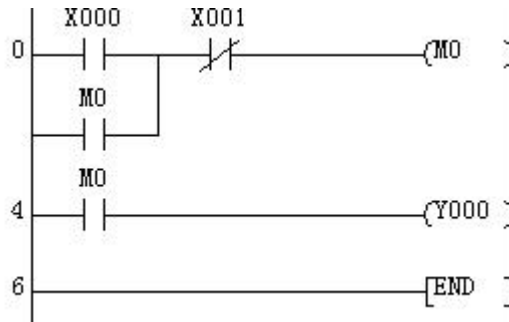


图 2-14 通用辅助继电器的使用

1. 通用辅助继电器（M0~M499）

FX系列通用辅助继电器没有断电保持功能。如果在PLC运行时电源突然中断，输出继电器和能用辅助继电器将全部变为OFF状态，若电源再次接通，除了因外部输入信号而变为ON状态的以外，其余的仍将保持为OFF状态。在FX系列PLC中，通用辅助继电器编号为M0~M499，共500个。

2. 断电保持辅助继电器（M500~M3071）

FX系统PLC有M500~M3071共2572个断电保持辅助继电器。它与通用辅助继电器不同的是具有断电保持功能，即能在记忆电源中断瞬时的状态，并在重新通电后再现其状态。

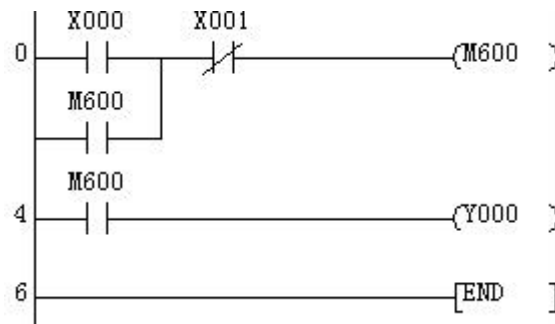


图 2-15 通用辅助继电器的使用

比较图2-14和图2-15，当X0接通时，M0和M600都接通并自锁，若此时突然停

电后再来电，则M0处于断开状态，而M600仍然处于接通状态。

许多控制系统要求保持断电瞬间状态，断电保持辅助继电器可以用于此场合，它由PLC内部的锂电池供电。

3. 特殊辅助继电器

PLC内部有大量的特殊辅助继电器，它们都有各自的特殊功能。FX系统PLC内部有256个特殊辅助继电器。特殊辅助继电器通常分为两大类。

(1) 只能利用其触点的特殊辅助继电器

其线圈由PLC自动驱动，用户只能使用其触点。

M8000为运行监视继电器，在PLC运行时接通，M8001与M8000相反逻辑。

M8002为初始脉冲，仅在PLC运行开始时接通一个扫描周期，M8003与M8002相反逻辑。

以上辅助继电器的时序图如图2-16所示。

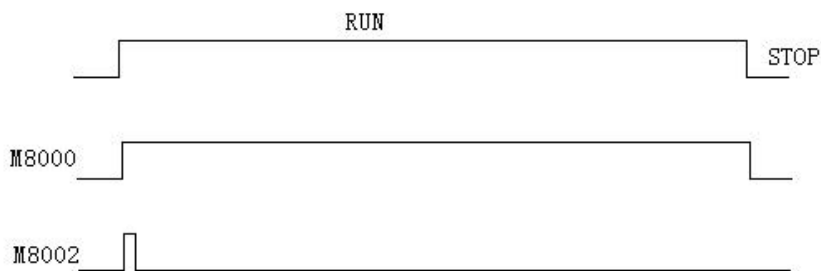


图 2-16 辅助继电器 M8000、M8002 时序图

M8011—产生10ms时钟脉冲用的特殊辅助继电器。

M8012—产生100ms时钟脉冲用的特殊辅助继电器。

M8013—产生1s时钟脉冲用的特殊辅助继电器。

M8011—产生1min时钟脉冲用的特殊辅助继电器。

其中M8011和M8012时钟脉冲时序图如图2-17所示。

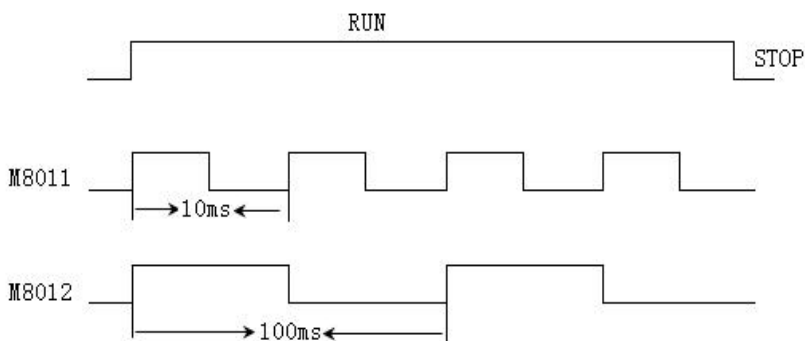


图 2-17 辅助继电器 M8011、M8012 时

(2) 可驱动

们分析当按下启动按钮 SB1 时，各个灯的发光情况；当按下停止按钮 SB2 时，各个灯的发光情况；当按下 SB1 后一段时间后，再按下 SB3 时，各个灯的发光情况又如何？

三、辅助继电器应用实例——三相异步电动机的点动、连续运行控制

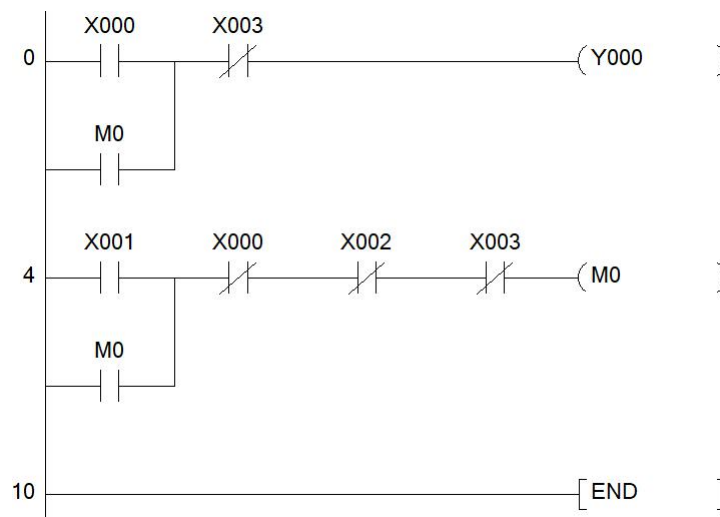
某生产设备有一台电动机，除连续运行控制外，按下 SB1 是，电动机实现点动，用于调整生产设备的运行；当按下按钮 SB2 时，电动机实现连续运行；按下停止按钮 SB3 时，电动机停止运行；电动机要有过载保护。

控制要求分析：点动和连续运行之间要能相互切换，停止按钮只控制连续运行；过载保护对点动和连续运行都起保护作用。

I/O 分配表：

输入		输出	
元件及功能	地址分配	元件及功能	地址分配
点动按钮 SB1	X1	接触器 KM 1	Y0
连续运行启动按钮 SB2	X2		
停止按钮 SB 3	X0		
热继电器 FR	X 3		

梯形图：



计划与决策:

工作计划表

任务:

小组成员:

日期:

序号	工作阶段/步骤	附注	准备清单 设备/工具/附注工具	工作安全	工作质量 环境保护	工作时间	
						实际	计划
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

任务实施:

请各组按照所制定的计划完成改装任务。

注意:

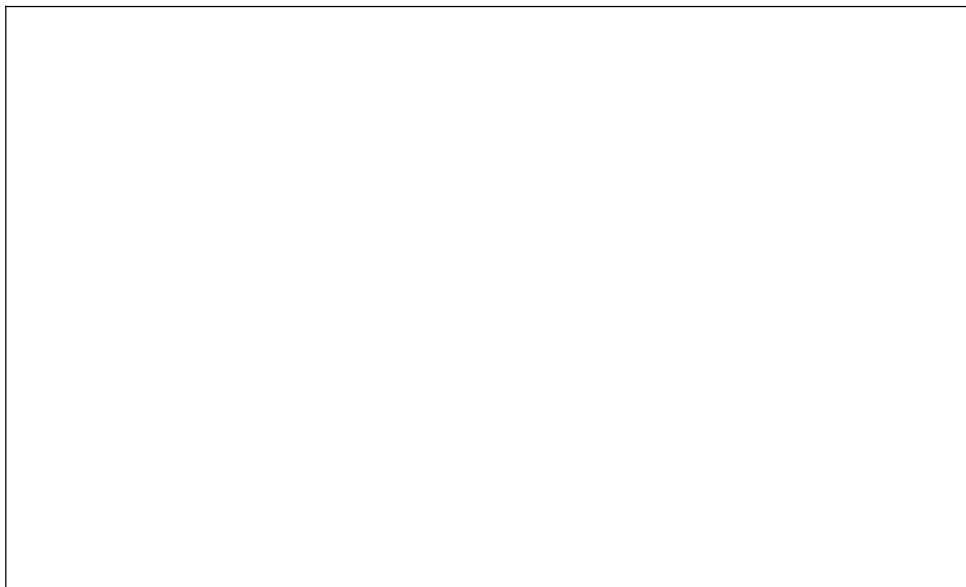
合理安排时间并记录实际使用时长;

小组成员应合理分工, 责任到人, 完成器件选型、器件安装、线路连接、程序编写、系统调试等任务。

3、控制要求分析

根据图 2-2-1 分析可知, 发出命令的元器件分别为正向启动按钮、反向启动按钮、停止按钮、热继电器的触点, 其作为 PLC 的输入量; 执行命令的元器件是正反向交流接触器, 通过它们的主触点可以接通三相异步电动机的正负序三相交流电源, 从而实现实现电动机的正向或反向运行控制, 它们的线圈作为 PLC 的输出量。

2、元件布置图

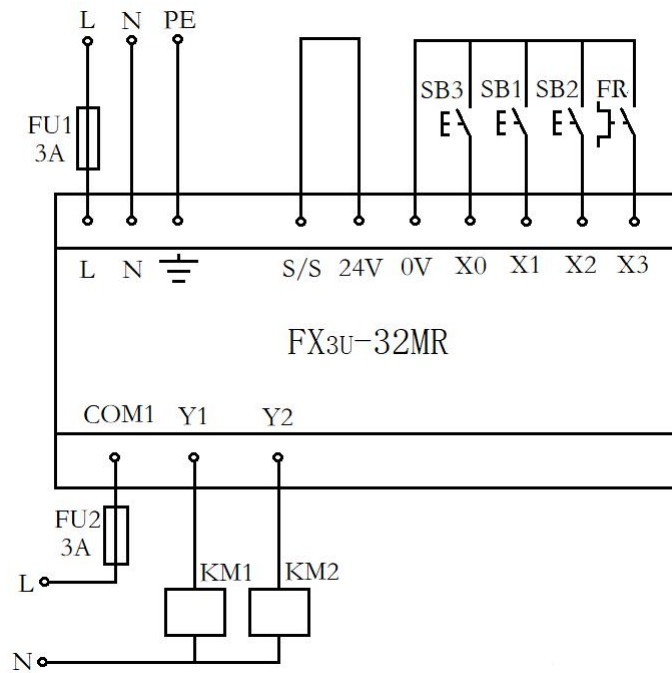


3、I/O 分配表

输入		输出	
元件及功能	地址分配	元件及功能	地址分配
正向启动按钮 SB1	X1	接触器 KM 1	Y0
反向启动按钮 SB2	X2	接触器 KM 2	Y 1
停止按钮 SB 3	X0		

热继电器 FR	X 3		
---------	-----	--	--

4、PLC 接线图



5、材料选择清单

姓名:		小组成员:			
任务:		领取日期:			
序号	名称 (型号)	规格	数量	安全注意事项	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

6、工具清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

7、器件清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

8、控制柜配盘

请按配盘相关要求进行硬件接线。

9、梯形图程序设计

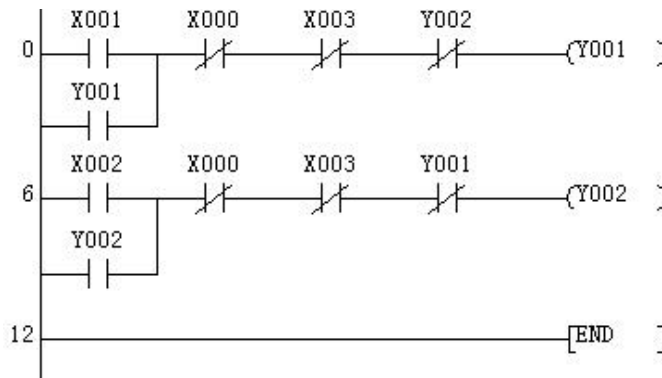


图 2-15 电动机正反转控制梯形图

检查调试：

启动检查					
姓名：			日期：		
电路：			使用的 DIV-VDE		
1、目视检测					
序号	检查项目		存在缺陷		附注
1	工具器具装备		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2	导线连接（绝缘、剥线、连接等）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
3	导线选择和敷设（截面、芯线颜色）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
4	针对直接接触的保护（手指保护）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
5	过电流和保护装置（选择、调节、功能）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2、主电路的电源电压测量					
序号	测量值 1	测量值 2	设定值	测量值	测试值符合 DIV-VDE
1					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>

4					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
5					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3、控制电路的电源电压测量					
序号	测量点 1	测量点 2	检查电压	测量值	按照 DIV-VDE 的最低值
1					
2					
3					
4					
5					
4、功能检查					
所有观察点功能与功能说明和电路图相符合？					
是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>					
附注：					

评价：

任务：		日期：					
组别	小组成员	团队能力	信息与计划	安全性与功能检查	实施	结果演示	总分
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

备注：评分包含团队能力（20%）、信息与计划（20%）、安全性与功能检查（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）

知识进阶：

一、停止信号、过载保护信号的处理

在继电器-接触器控制系统中，停止信号和过载保护都是使用常闭按钮实现，但在 PLC 控制系统中，停止信号和过载保护信号既可以使用常闭触点也可以使用常开触点。停止信号和过载保护信号如果使用常闭触点，在梯形图设计中对应的输入继电器需要使用常开触点，如图 2-3-1 所示；停止信号和过载保护信号如果使用常开触点，在梯形图设计中对应的输入继电器使用常闭触点，如图 2-3-2 所示。在本书中，为了便于读者理解梯形图程序，停止信号和过

载信号使用常开触点。

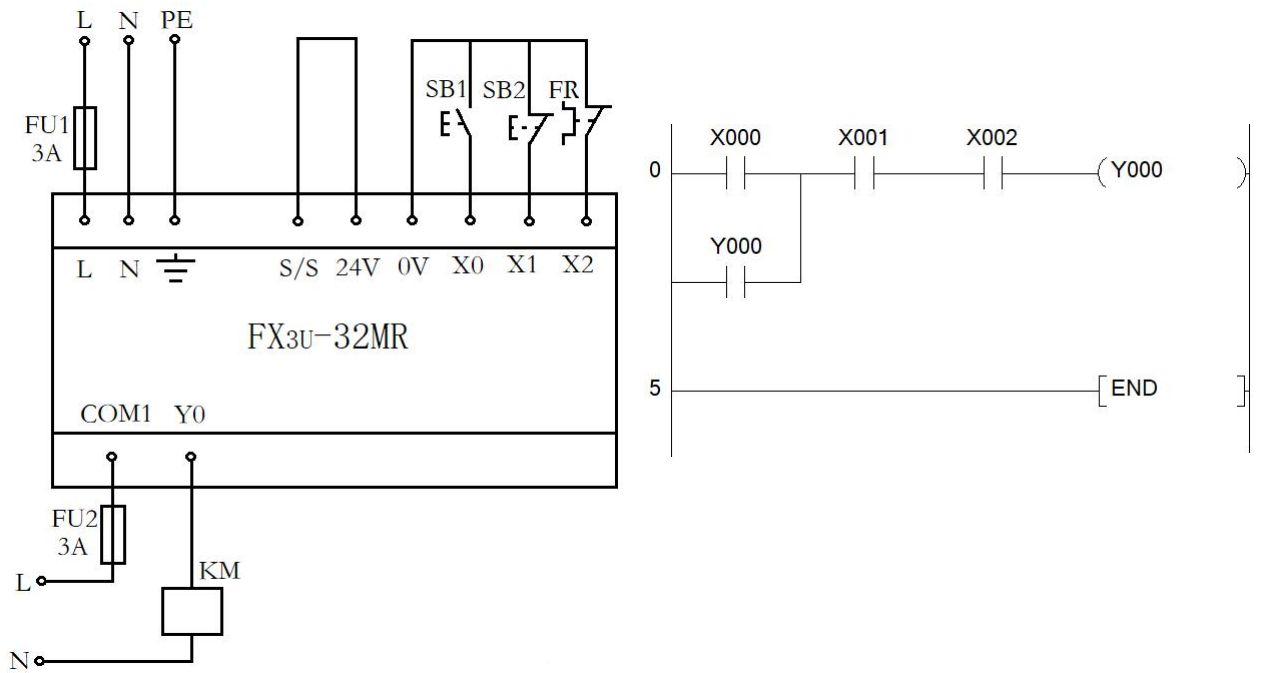


图 2-3-1 停止信号和过载保护信号使用常闭触点

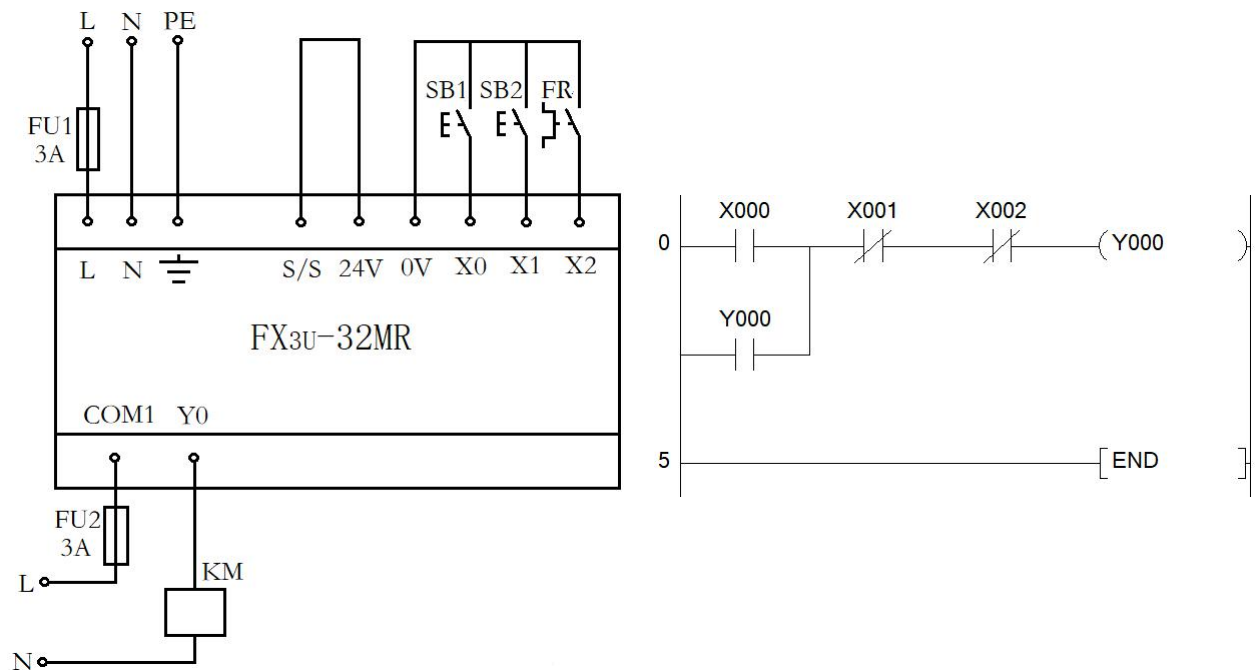


图 2-3-2 停止信号和过载保护信号使用常开触点

另外，在过载信号的处理中，也有把过载信号接到 PLC 输出端，如图 2-3-3 所示。这种接线方式的优点是可以节省一个 PLC 输入端口，缺点是在实际运行

过程中，会出现电动机二次启动现象。若电动机长期过载，FR 常闭触点会断开，

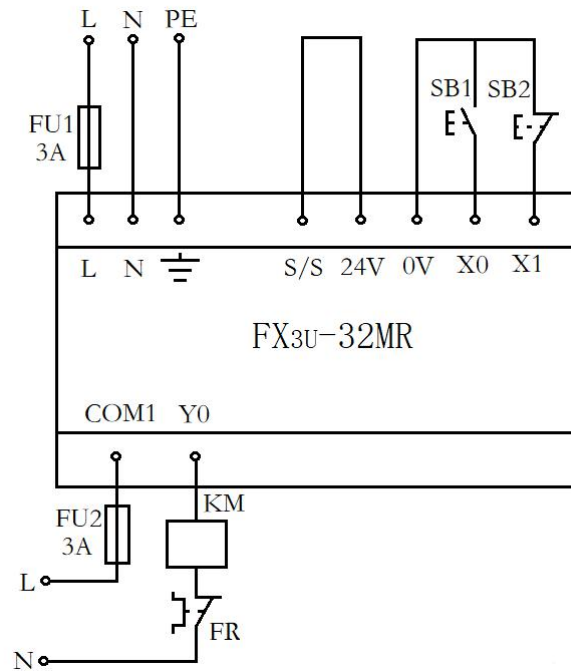


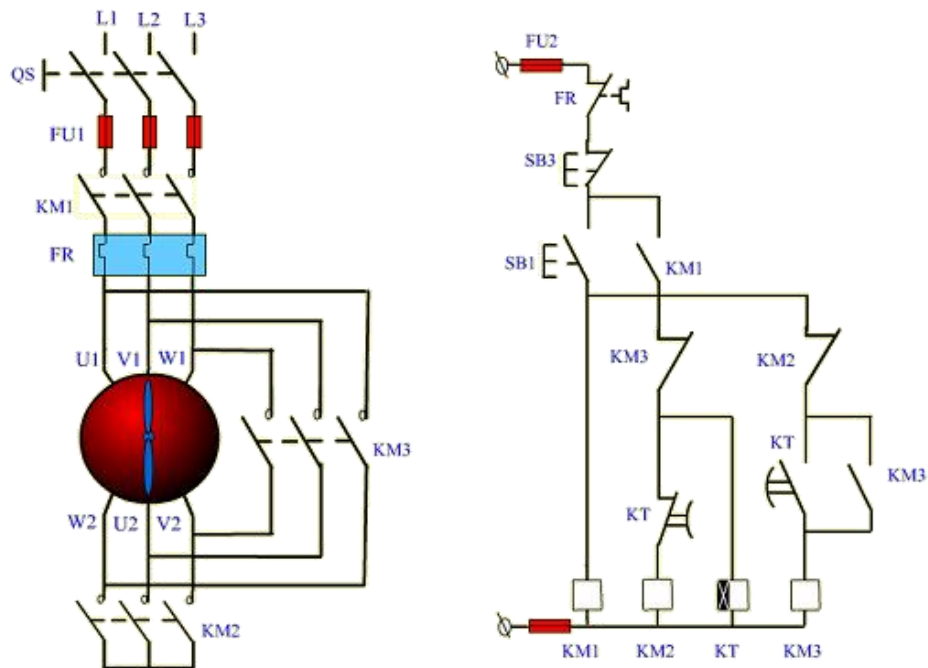
图 2-3-3 电动机连续运行控制接线图 3

电动机则停止运行，保护了电动机。但随着 FR 热元件的热量散发而冷却后，常闭触点又会自动恢复，或人为手动复位，若 PLC 仍未断电，程序依然在执行，这样电动机将在无人操作的情况下再次启动，因而会给机床设备和操作人员带来危害和灾难。因而，在 PLC 输入点容量充足的情况下，不建议将热继电器的触点接到输出端。

学习情境	学习情境二 典型电气控制线路的 PLC 改装	任务	任务四 Y- Δ 降压启动控制
授课班级	20 机制班	授课学时	4 学时

任务描述

现有一三相异步电动机启动控制线路，相关电气图纸已给出。请按要求对此控制系统改装为 PLC 控制。



请按下述控制要求完成线路的改装与调试。

改装要求：

- 1、保持原有控制按钮数量及功能；
- 2、维持原有控制过程：启动时采用星三角降压启动，停止时直接停止；
- 3、保留原有线路主电路部分，仅改装控制线路部分实现自动控制；
- 4、检修原有器件功能及线路可靠性
- 5、保持原有保护环节的基础上增加工作安全性。

知识回顾

知识准备

一、定时器

PLC中的定时器(T)相当于继电器控制系统中的通电型时间继电器。它可以提供无限对常开常闭延时触点。定时器中有一个设定值寄存器(一个字长),一个当前值寄存器(一个字长)和一个用来存储其输出触点的映像寄存器(一个二进制位),这三个量使用同一地址编号。但使用场合不一样,意义也不同。

FX2N系列中定时器可分为通用定时器、积算定时器两种。它们是通过在一定周期的时钟脉冲进行累计而实现定时的,时钟脉冲有周期为1ms、10ms、100ms三种,当所计数达到设定值时触点动作。设定值可用常数K或数据寄存器D的内容来设置。FX系列定时器分为通用定时器和积算定时器。

1. 通用定时器

通用定时器的特点是不具备断电的保持功能,即当输入电路断开或停电时定时器复位。通用定时器有100ms和10ms通用定时器两种。

(1) 100ms通用定时器(T0~T199)共200点,其中T192~T199为子程序和中断服务程序专用定时器。这类定时器是对100ms时钟累积计数,设定值为1~32767,其定时范围为0.1s~3276.7s。

(2) 10ms通用定时器(T200~T245)共46点。这类定时器是对10ms时钟累积计数,设定值为1~32767,其定时范围为0.01s~327.67s。

如图2-19所示,当输入继电器X0接通时,定时器T200从0开始对10ms时钟脉冲进行累积计数,当计数值与设定值K123相等时,定时器的常开接通Y0,经过的时间为 $100 \times 0.01s = 1s$ 。当X0断开后定时器复位,计数值变为0,其常开触点断开,Y0也随之OFF。若外部电源断电,定时器也将复位。

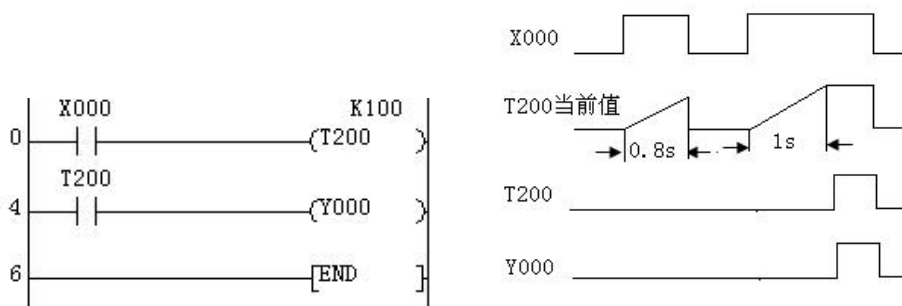


图 2-19 通用定时器梯形图及工作原理图

2. 积算定时器

积算定时器具有计数累积的功能。在定时过程中如果断电或定时器线圈OFF，积算定时器将保持当前的计数值（当前值），通电或定时器线圈ON后继续累积，即其当前值具有保持功能，只有将积算定时器复位，当前值才变为0。

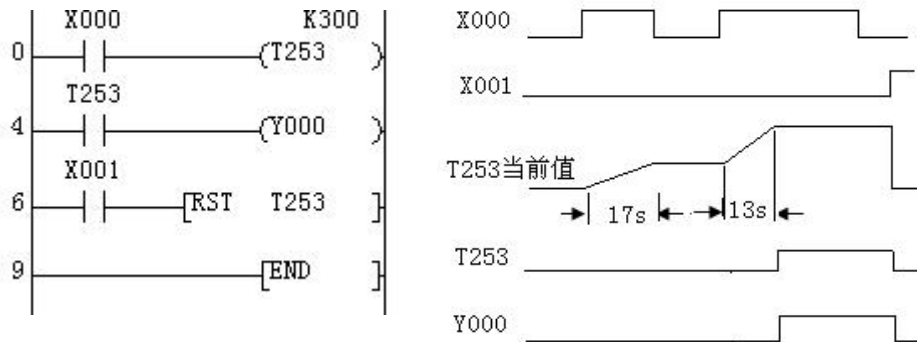


图 2-20 积算定时器梯形图及工作原理图

(1) 1ms积算定时器（T246~T249），共4点，是对1ms时钟脉冲进行累积计数的，定时时间范围为0.001s~32.767s。

(2) 100ms积算定时器（T250~T255），共6点，是对100ms时钟脉冲进行累积计数的，定时时间范围为0.1s~3276.7s。

如图2-20所示，当X0接通时，T253当前值计数器开始累积100ms的时钟脉冲的个数。当X0经 t_0 后断开，而T253尚未计数到设定值K300，其计数的当前值保留。当X0再次接通，T253从保留的当前值开始继续累积，经过 t_1 时间，当前值达到K300时，定时器的触点动作。累积的时间为 $t_0+t_1=0.1 \times 300=30s$ 。当复位输入X1接通时，定时器才复位，当前值变为0，触点也跟随复位。

二、定时器的应用

FX系列PLC的定时器为接通延时定时器。即定时器线圈通电后，开始延时，到达设定时间后，定时器的常开触点闭合，常闭触点断开。在定时器线圈断电时，定时器的触点瞬间复位。利用PLC中的定时器可以设计出各种各样的时间控制程序，其中有断开延时、时钟脉冲等控制程序。

1、断电延时控制程序

如果需要断电延时的定时器，可采用如图2-21所示电路，当X1接通时，Y0动作并自锁，T0不动作。当X1断开后，T0由于X1的常闭触点闭合而接通，开始定时，定时10s后，T0的常闭触点断开，Y0和T0同时断开，实现了输入信号断开后

输出延时断开的目的。

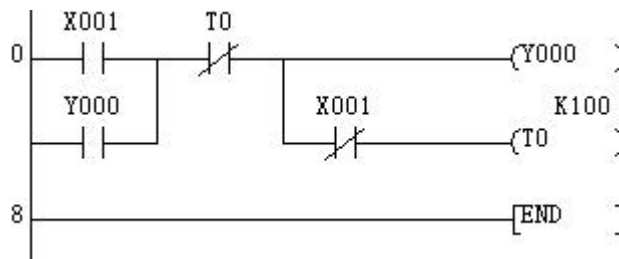


图 2-21 断电延时程序

2、连续脉冲程序

在PLC程序设计中，也经常需要一系列连续的脉冲信号作为计数器的计数脉冲或其他作用。如图2-22所示梯形图就是能产生连续脉冲的基本程序。

当X1常开触点闭合后，第一次扫描到T0常闭触点时，它是闭合的，于是，T0线圈得电，经过1s的延时，T0常闭触点断开。T0常闭触点断开后的下一个扫描周期中，当扫描到T0常闭触点时，因它已经断开，使T0线圈失电，T0常闭触点又随之恢复闭合，这样，在下一个扫描周期扫描到T0常闭触点时，又使T0线圈得电，重复以上动作，T0的常开触点连续闭合、断开，就产生了脉宽为一个扫描周期、脉冲周期为1s的连续脉冲，改变T0常数的设定值，就可以改变脉冲周期。

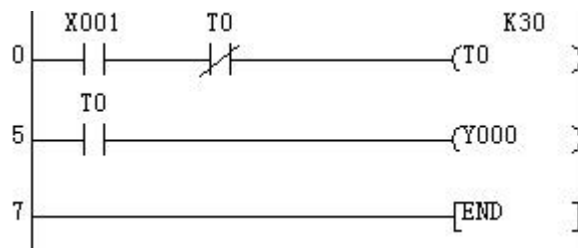


图 2-22 连续脉冲程序

3、振荡电路程序

PLC接线图、梯形图与时序图如图2-23所示。这里X0外接的SB是带自锁的按钮，如果Y0外接指示灯HL，HL就会产生亮3s灭2s的闪烁效果，所以该电路也称为闪烁电路。程序是这样实现这一功能的。当输入继电器X0的常开触点闭合后，第一次扫描到T1常闭触点时，它是闭合的，于是，定时器T0的线圈得电，经过2s的延时，T0的常开触点接通，输出继电器Y0的线圈得电，定时器T1开始定时，3s后，定时器T1的常闭触点断开，使定时器T0线圈失电，进而导致定时器T1的线圈和输出继电器Y0的线圈也同时失电。下一个扫描周期中，当扫描到T1常闭触点时，由于T1的线圈失电，T1常闭触点已经恢复闭合。这样，在下一个扫描周期扫描到T1常闭触点时，又重复以上动作。从程序可以看出，只要改变T0和T1的设定值就可以改变脉冲信号的占空比及周期。

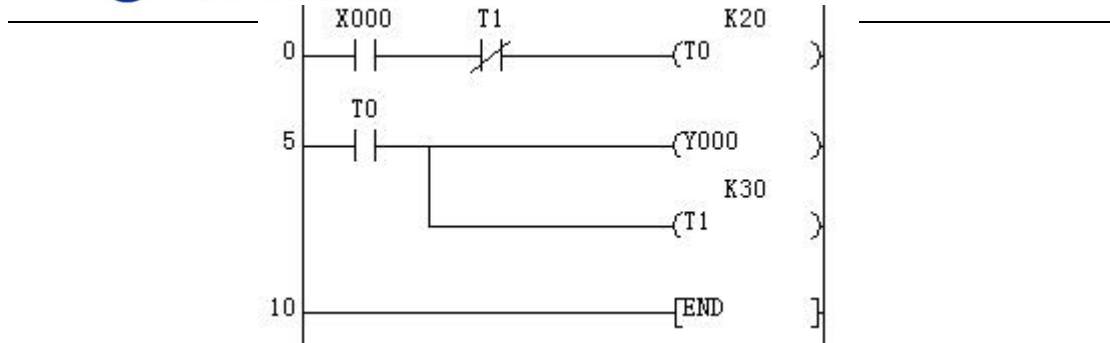


图 2-23 振荡电路程序

4、定时器的长延时应用程序

定时器定时时间长短由常数K设定，FX2N系列PLC中常数K的设定值范围为1~32767，定时器的计时单位最大为100ms，即设定时间最大值为 $t=32767 \times 0.1=3276.7s$ 。可以看出对于较短的时间延时，可直接采用单个定时器来达到延时目的。对于那些稍长时间的延时，如果超出了最大计时范围，使用单个定时器是无法实现的，这时可以采用多个定时器串级的方法来实现，从而达到长时间延时目的。

①多个定时器的串级使用

多个定时器的串级使用说明如图2-24所示：输入继电器X0的常开触点接通，定时器T0就开始计时，经过10s的延时，T0的常开触点接通，定时器T1的线圈得电，开始计时，再延时20s后，T1的常开触点接通，输出继电器Y0的线圈得电。这样，从输入信号X0接通到Y0产生输出信号共延长时间30s，起到了长时延时的效果。这种控制程序的特点是：用第一个定时器的常开触点去接通下一个定时器的线圈，以此类推，用最后一个定时器的常开触点去控制所要控制的对象即可。

定时器串级使用时，其总的设定时间为各定时器常数设定值之和，N个定时器串级使用，其最长定时时间为 $3276.7 \times N$ 。

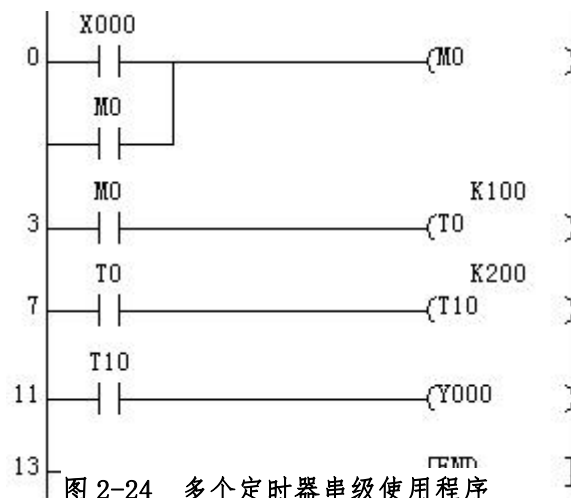


图 2-24 多个定时器串级使用程序

计划与决策:

工作计划表

任务:

小组成员:

日期:

序号	工作阶段/步骤	附注	准备清单 设备/工具/附注工具	工作安全	工作质量 环境保护	工作时间	
						实际	计划
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

实施:

请各组按照所制定的计划完成改装任务。

注意:

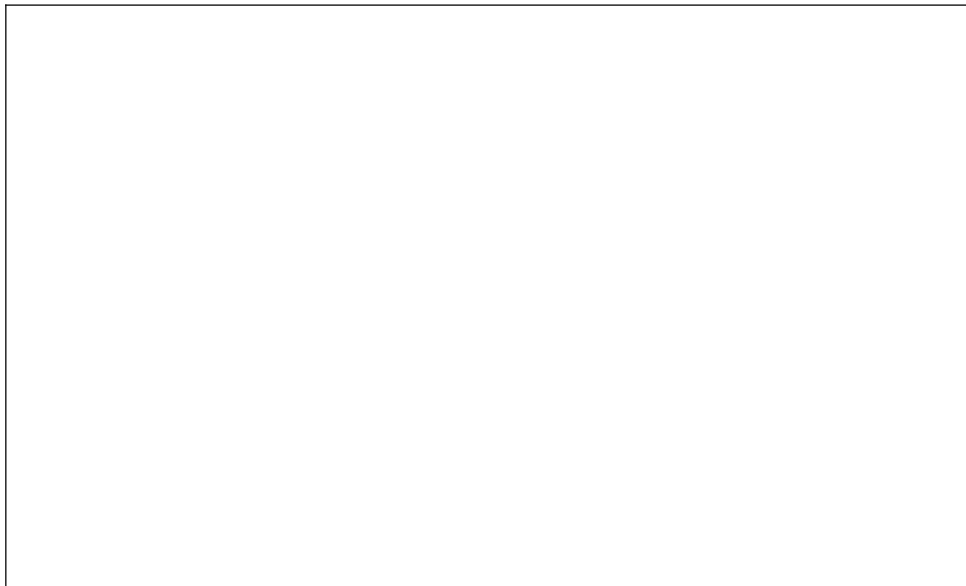
合理安排时间并记录实际使用时长;

小组成员应合理分工, 责任到人, 完成器件选型、器件安装、线路连接、程序编写、系统调试等任务。

4、控制要求分析

根据 Y-Δ 降压启动控制要求可知, 发出命令的元器件分别为启动按钮、停止按钮和热继电器的触点, 它们作为 PLC 的输入量; 执行命令的元器件是三个交流接触器, 通过电源接触器与星形连接接触器及三角形连接接触器的不同组合实现电动机的星形启动和三角形运行。

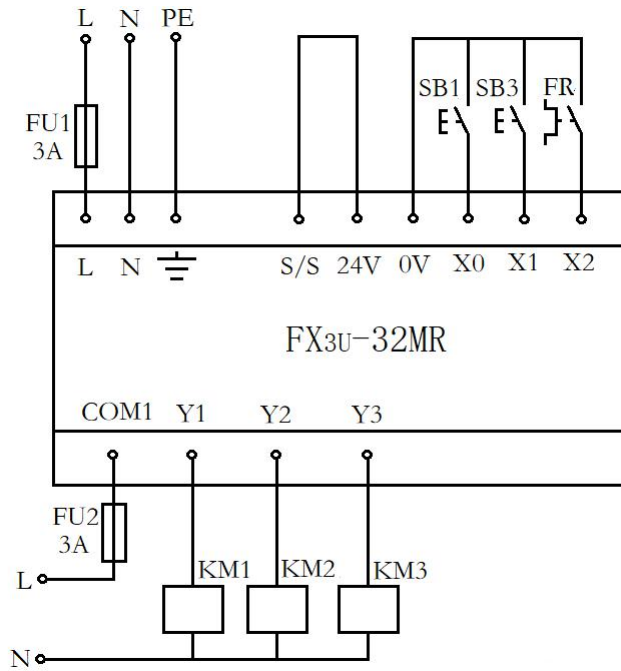
2、元件布置图



3、I/O 分配表

输入		输出	
元件及功能	地址分配	元件及功能	地址分配
启动按钮 SB1	X0	接触器 KM1	Y1
停止按钮 SB3	X1	接触器 KM2	Y2
热继电器 FR	X2	接触器 KM3	Y3

14、PLC 硬件接线图



5、材料选择清单

姓名：		小组成员：			
任务：		领取日期：			
序号	名称（型号）	规格	数量	安全注意事项	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

6、工具清单

序号	名称	规格	数量	备注
----	----	----	----	----

1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

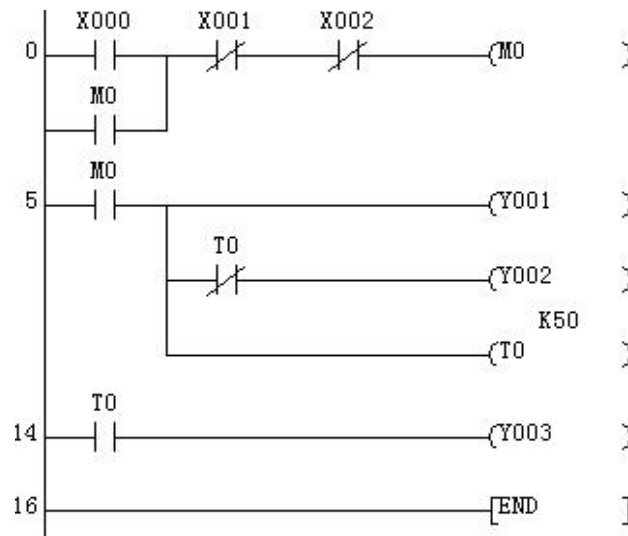
7、器件清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

8、控制柜配盘

请按配盘相关要求进行硬件接线。

9、梯形图程序设计



检查调试：

启动检查					
姓名：			日期：		
电路：			使用的 DIV-VDE		
1、目视检测					
序号	检查项目		存在缺陷		附注
1	工具器具装备		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2	导线连接（绝缘、剥线、连接等）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
3	导线选择和敷设（截面、芯线颜色）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
4	针对直接接触的保护（手指保护）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
5	过电流和保护装置（选择、调节、功能）		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2、主电路的电源电压测量					
序号	测量值 1	测量值 2	设定值	测量值	测试值符合 DIV-VDE
1					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
4					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
5					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3、控制电路的电源电压测量					
序号	测量点 1	测量点 2	检查电压	测量值	按照 DIV-VDE 的最低值
1					
2					
3					
4					
5					

4、功能检查
所有观察点功能与功能说明和电路图相符合？
是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
附注：
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

评价：

任务：		日期：					
组别	小组成员	团队能力	信息与计划	安全性与功能检查	实施	结果演示	总分
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

备注：评分包含团队能力（20%）、信息与计划（20%）、安全性与功能检查（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）

内部计数器用来对PLC内部信号X、Y、M、S等计数，属于低速计数器。内部计数器可分为以下两类。

(1) 16位加计数器 (C0~C199)，共200点，C0~C99为通用型，C100~C199为断电保持型（即断电后能保持当前值，待通电后继续计数）。

图2-29给出了加计数器的工作过程，图中X0的常开触点接通后，C0被复位，它的当前值被置0，它的常开触点断开，常闭触点接通。X1用来提供计数输入信号，当计数器的复位输入电路断开，计数输入电路由断开变为接通（即计数脉冲的上升沿）时，计数器的当前值加1，在计够4个脉冲后，C0的当前值等于设定值4，其常开触点接通，常闭触点断开。再来计数脉冲时当前值不变，直到复位输入电路接通，计数器的当前值被置0。

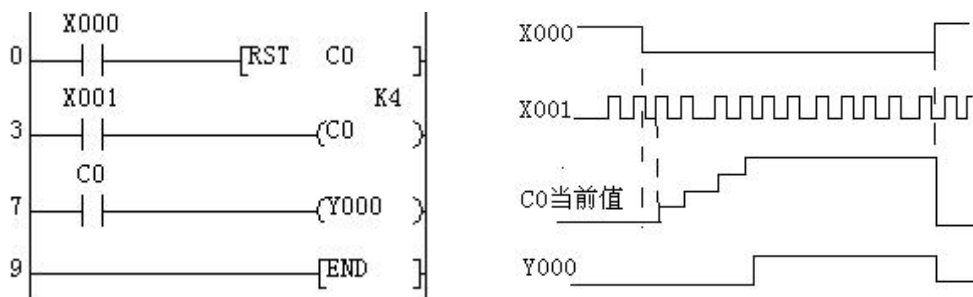


图 2-29 计数器的工作原理图

计数器的设定值为1~32767（16位二进制），设定值除了用常数K设定外，还可以间接通过指定数据寄存器进行设定，这时设定值等于指定的数据寄存器中的数。

(2) 32位加/减计数器 (C200~C234)，共有35点，C200~C219为通用型，C220~C234为断电保持型。这类计数器与16位加计数器除位数不同外，还在于它能够通过控制实现加/减双向计数。设定值范围均为-214783648~+214783647（32位）。

32位双向计数器是加计数还是减计数由特殊辅助继电器M8200~M8234设定。对应的特殊辅助继电器被置为ON时为减计数，反之为加计数。

计数器的设定值与16位计数器一样，可直接用常数K或间接用数据寄存器D的内容作为设定值。在间接设定时，要用编号紧连在一起的两个数据计数器。

如图2-30所示，X0用来控制辅助继电器M8210，X0闭合时为减计数方式。X2为计数输入，C210的设定值为4（可正、可负）。设C210置为加计数方式（M8210为OFF），当计数器的当前值由3变到4时，其常开触点接通，当前值大于4时计数

计划与决策:

工作计划表

任务:

小组成员:

日期:

序号	工作阶段/步骤	附注	准备清单 设备/工具/附注工具	工作安全	工作质量 环境保护	工作时间	
						实际	计划
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

实施:

请各组按照所制定的计划完成电动机循环启停控制任务。

注意:

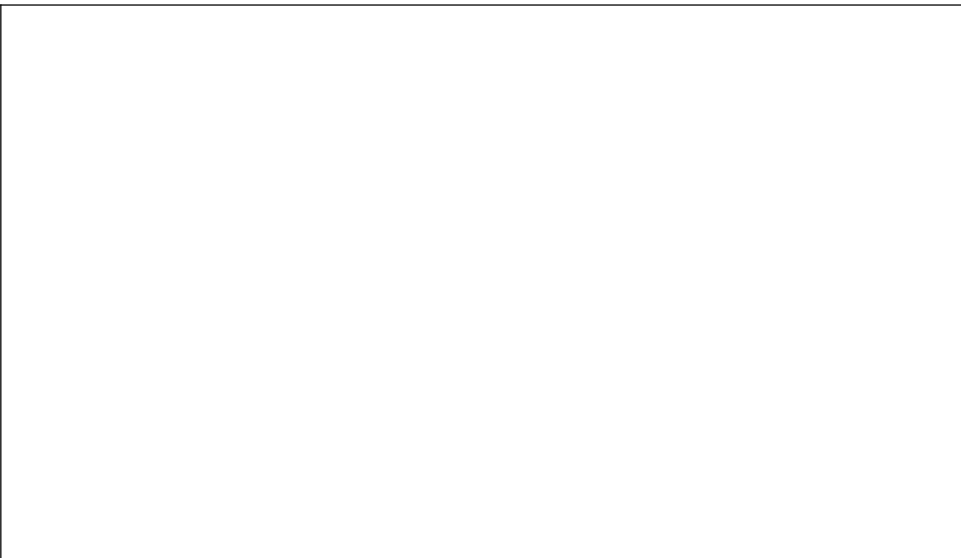
合理安排时间并记录实际使用时长;

小组成员应合理分工, 责任到人, 完成器件选型、器件布置及安装、线路连接、程序编写、系统调试等任务。

5、控制要求分析



2、元件布置图



3、I/O 分配表



18、PLC 硬件接线图

5、材料选择清单

姓名：		小组成员：			
任务：		领取日期：			
序号	名称（型号）	规格	数量	安全注意事项	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

6、工具清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

7、器件清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

8、控制柜配盘

请按配盘相关要求进行硬件接线。

9、梯形图程序设计。

10、设备调试。

检查调试:

启动检查					
姓名:			日期:		
电路:			使用的 DIV-VDE		
1、目视检测					
序号	检查项目		存在缺陷		附注
1	工具器具装备		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2	导线连接(绝缘、剥线、连接等)		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
3	导线选择和敷设(截面、芯线颜色)		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
4	针对直接接触的保护(手指保护)		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
5	过电流和保护装置(选择、调节、功能)		是 <input type="checkbox"/>	否 <input type="checkbox"/>	
2、主电路的电源电压测量					
序号	测量值 1	测量值 2	设定值	测量值	测试值符合 DIV-VDE
1					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
4					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
5					是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
3、控制电路的电源电压测量					
序号	测量点 1	测量点 2	检查电压	测量值	按照 DIV-VDE 的最低值
1					
2					
3					
4					
5					

4、功能检查
所有观察点功能与功能说明和电路图相符合？
是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
附注：

评价：

任务：		日期：					
组别	小组成员	团队能力	信息与计划	安全性与功能检查	实施	结果演示	总分
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

备注：评分包含团队能力（20%）、信息与计划（20%）、安全性与功能检查（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）

知识进阶：
一、定时器和计数器的组合使用

当我们要延长的时间很长时，虽然可以采用多个定时器的串级方法来实现，但是要用到很多个定时器，浪费编程资源。针对这种情况，我们可以采用定时器和计数器共同来实现长延时。

如图2-31所示：当X0的常开触点接通时，通过辅助继电器M0进行自锁，定时器T0线圈得电并开始计时，延时10s后，T0的常开触点接通，计数器C10的线圈得电，开始计数；同时T0常闭触点断开，使其复位，即当前值重新变为零；定时器T0

复位的同时它的常闭触点又重新接通，使T0开始第二次计时。T0将会这样周而复

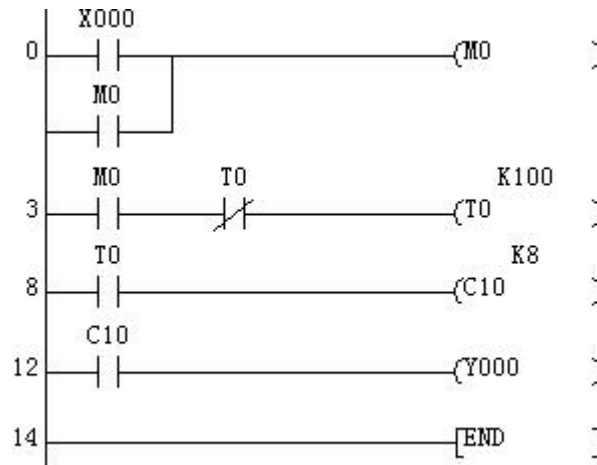


图 2-31 定时器和计数器组合长时延时程序

始地工作，直到输入信号 X0 的常开触点断开。从分析可看出：本程序是让 T0 产生一个周期性的脉冲信号，周期就是设定的时间 10s，即 T0 的常开触点每隔 10s 闭合一次，计数器 C0 计数一次，在图中当计数器 C0 计到 8 次时，对应的常开触点接通，输出继电器 Y0 得电。整个程序延时时间 $t=10s \times 8=80s$ ，从而实现了更长时间的延时。

二、梯形图设计基本规则

1. 从左到右

梯形图的各种继电器触点要以左母线为起点，各类继电器线圈以右母线为终点（可允许省略右母线）。从左至右分行画出，每一逻辑行构成一个梯级，每行开始的触点组构成输入组合逻辑，最右边的线圈表示输出函数（逻辑控制的结果）。

2. 从上到下

各梯级从上到下依次排列。

3. 线圈不能与左母线直接相连

可通过一个始终接通的特殊继电器来连接。

4. 线图右边无触点

不能将触点画在线圈右边，只能在触点的右边接线圈，否则将发生逻辑错误。

5. 两个或两个以上的继电器线圈不能串联使用，线圈可以并联使用。

6. 双线圈输出不可用

如果在同一程序中一元件的线圈使用两次或多次，则称为双线圈输出。这时前面的输出无效，只有最后一次才有效，一般不应出现双线圈输出。双线圈输出在程序方面并不违反输入，但因输出动作复杂，因此应该谨慎使用。

7. 合理布置

有串联电路相并联时，应将接点最多的那个串联回路放在梯形图最上面。有并联电路相串联时，应将接点最多的并联回路放在梯形图的最左边。这种安排程序简洁、语句也少，最主要的是节省存储空间。

另外，在设计梯形图时输入继电器的触点状态最好按输入设备全部为常开进行设计更为合适，不易出错。建议用户尽可能用输入设备的常开触点与 PLC 输入端连接，如果某些信号只能用常闭输入，可先按输入设备为常开来设计，然后将梯形图中对应的输入继电器触点取反（常开改成常闭、常闭改成常开）。

机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《电子技术》

实训项目：

实训 1：可调直流稳压电源的制作

实训 2：红外线倒车雷达的制作

实训 3：声控 LED 流水彩灯

实训 4：小型音响的制作

实训 5：红外线声光报警器

学习领域 4：电子技术

课程大纲中的位置	学习领域 4：电子技术			计划课时：64
职业行动领域：	公司的一个安装好的生产线（如图 1）将由一个生产团队进行模拟演示，需对物料运输和物料加工的流程进行描述，使客户了解并评价工艺流程。			
预期行动成果：	本课程的任务是使学生掌握电子技术方面的基本理论和基本知识，为学习后续专业课准备必要的知识，并为从事有关实际工作奠定必要的基础。通过项目训练，使学生具备识别与选用元器件的能力；电路识图与绘图的能力；对电子电路进行基本分析、计算的能力；对典型电路进行设计、调试、检测与维修的职业能力和职业素养。通过逻辑思维能力训练，培养学生独立分析问题和解决问题的能力，自主学习能力，训练学生的创新能力。			
需要培养的学生能力				
专业能力：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 学会常用电子元器件的识别和选用； 2. 学会设计小信号功率放大器电路； 3. 学会集成运放的应用和集成稳压电源的设计； 4. 学会组合逻辑电路和时序逻辑电路的设计和分析方法。 			
综合素质（个人、方法、社会能力）：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提高学生分析问题和解决问题的能力 2. 培养学生的科学思维能力、创新能力，能够独立完成规定的实验，具有一定的分析解决实际问题的能力，以满足学生毕业后从事本专业领域工作岗位的需要 3. 培养学生的团队合作精神、语言表达能力、决策能力、自学能力、客观评价能力、竞争意识、可持续发展能力等职业综合素质，为以后从事专业工作奠定基础。 			
本学习情境的排序：	按照完整的行动组织本次课程教学			
修改日期：	预期师生行为	内容 课程目的	子行动任务 成果：	教学方法/教学 媒介
学习阶段				

<p>1. 信息</p> <p>应该做什么？需要什么其他信息？</p>	<p>1. 向学生分发书面的工作委托，并要求学生阅读工作委托；</p> <p>2. 确定学生已经正确理解了工作委托的内容；</p> <p>3. 向学生指出补充信息资料。</p>	<p>学生接受工作委托</p>	<p>1. 学生理解工作委托的目的；</p> <p>2. 确保目标导向；</p> <p>3. 学生知道，在何处可以找到相关资料。</p>	<p>工作页，工作委托以及任务提示</p>
<p>2. 计划</p> <p>如何实施？执行的质量用什么指标衡量？</p>	<p>1. 学生：进行小组沟通，就工作任务制定工作计划，确定各步骤衡量指标，并明确分工；</p> <p>2. 学生将自己的设想与类似的图片和视频资料做比较；</p> <p>3. 教师：观察各组讨论状态及进度。</p>	<p>PPT 制作 PPT 动画的一个工作计划</p>	<p>小组内确定好的工作计划</p>	<p>小组讨论</p>
<p>3. 决策</p> <p>哪种解决方案最合适？我需要什么辅助材料/工具？</p>	<p>1. 学生在本小组内讨论不同的解决方案以及 PPT 设计的方案，并确定采用哪个执行方案。</p>	<p>PPT 制作 PPT 动画的不同的解决方案</p>	<p>PPT 动画制作的最终决定方案</p>	<p>小组协作、教师观察，带电脑工位</p>

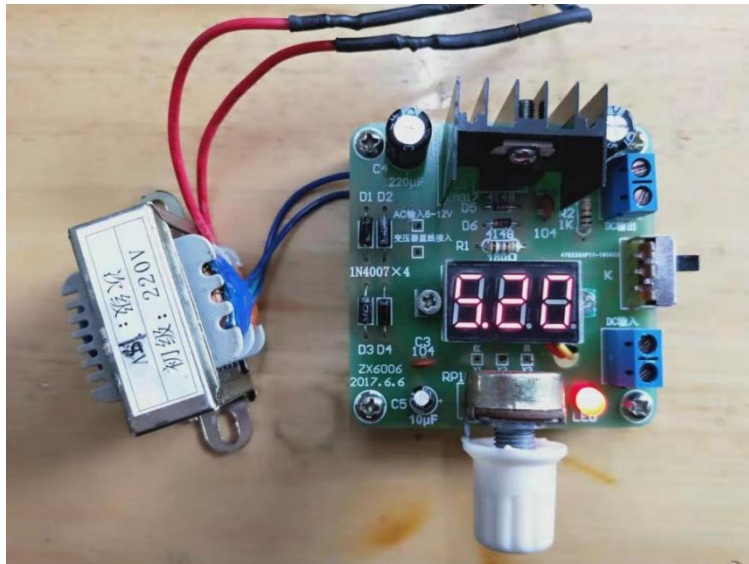
<p>4. 执行</p> <p>在团队中实施计划的工作步骤。</p>	<p>1. 学生：按工作计划执行、记录，制作 PPT 动画演示设备功能</p> <p>2. 教师：观察小组执行情况，老师对学生的提问提供帮助</p>	<p>自动化生产线设备描述，元件图像(式表达)</p>	<p>制作完成的 PPT 动画</p>	<p>小组协作、教师观察</p>
<p>5. 检查</p> <p>工作任务是否正确、专业地被执行？</p>	<p>1. 学生根据他们的数据资料和工作计划检查或在必要时修正他们的任务执行。</p>	<p>工作计划、质量标准</p>	<p>制作并检查工作清单</p>	<p>PPT 小组讨论，测试 PPT 动画</p>
<p>6. 评估</p> <p>未来可以改进什么/如何改进？</p>	<p>1. 所有的工作小组介绍他们的工作成果，并讨论任务的质量；</p> <p>2. 老师作为委托方（客户），接受学生的成果或者对工作成果提出改进建议。</p>	<p>所有（6个）小组的 PPT</p>	<p>制作完成的 PPT 动画</p>	<p>可互相对比的 PPT，工作成果评价</p>

学习情境 1：可调直流稳压电源的制作

明确任务与资讯

工作任务描述：

设计制作直流稳压电源，满足当输入电压在 220v 交流时，输出直流可调电压为 1.2-12V。本工作任务过程要求学生首先对相应类型电子元器件进行识别与检测，然后掌握标准焊接工艺，最后完成直流稳压电源的制作。



学习目标——通过本情境的学习，你应该：

1. 识别基本元器件并具备相应的检测技术；
2. 熟练使用相关的仪表、仪器设备、工具及其简单维护
3. 掌握标准的焊接工艺
4. 能知道直流稳压电源的组成和各部分作用
5. 会利用所学知识分析直流稳压电源
6. 能培养团队协作精神

【任务准备】



如图为小型的手机充电器，充电器的电路核心是 5V 直流稳压电路的设计与制作，根据所学知识进行 5V 直流稳压电路的设计与制作。

1、任务委托

请设计并制作 5V 直流稳压电路，要求输入电压为 220V 频率 50Hz 的交流电，输出为较稳定的 5V 直流电。

2、参数计算

稳压电源一般由变压器、整流器和稳压器三大部分组成。变压器把市电交流电压变为所需要的低压交流电。整流器把交流电变为直流电。经滤波后，稳压器再把不稳定的直流电压变为稳定的直流电压输出。具体要求如下：

电子变压器参数计算：会计算变压器的输出电压，输出电流和功率；

整流二极管参数选择：会计算整流二极管的电流和电压参数；

滤波电感电容参数计算：会计算滤波电容容量。

3、性能指标

稳压电源的技术指标可以分为两大类：一类是特性指标，如输出电压；另一类是质量指标，反映一个稳压电源的优劣，包括稳定度、等效内阻（输出电阻）、纹波电压及温度系数等。对稳压电源的性能，主要有以下四个方面的要求：

1) 稳定性好

当输入电压 U_{sr} （整流、滤波的输出电压）在规定范围内变动时，输出电压 U_{sc} 的变化应该很小。一般要求：

$$\frac{\Delta U_{sc}}{U_{sc}} \leq 1\%$$

由于输入电压变化而引起输出电压变化的程度，称为稳定度指标，常用稳压系数 S 来表示： S 的大小，反映一个稳压电源克服输入电压变化的能力。在同样的输入电压变化条

件下，S 越小，输出电压的变化越小，电源的稳定度越高。通常 S 约为：

$$S = \frac{\frac{\Delta U_{sc}}{U_{sc}}}{\frac{\Delta U_{sr}}{U_{sr}}} = \frac{\Delta U_{sc}}{\Delta U_{sr}} \cdot \frac{U_{sr}}{U_{sc}}$$

2) 输出电阻小

负载变化时（从空载到满载），输出电压 U_{sc} ，应基本保持不变。稳压电源这方面的性能可用输出电阻表征。

输出电阻（又叫等效内阻）用 r_n 表示，它等于输出电压变化量和负载电流变化量之比。

$$r_n = \frac{\Delta U_{sc}}{\Delta I_z}$$

3) 电压温度系数小

当环境温度变化时，会引起输出电压的漂移。良好的稳压电源，应在环境温度变化时，有效地抑制输出电压的漂移，保持输出电压稳定，输出电压的漂移用温度系数 K_T 来表示。

4) 输出电压纹波小

所谓纹波电压，是指输出电压中 50 赫或 100 赫的交流分量，通常用有效值或峰值表示。经过稳压作用，可以使整流滤波后的纹波电压大大降低，降低的倍数反比于稳压系数 S。

(2) 小组讨论：查阅资料，写出二极管的工作原理，列举各种小型二极管的参数和型号；同时学习色环电阻的阻值读法。

(3) 小组讨论：查阅资料，了解 7805 三端稳压器，写出三端稳压器的特点，并画出连接图。

2、系统框图

请查阅资料，讨论绘制直流稳压电源的系统框图。

3、电子电路设计图

请查阅资料，讨论并绘制直流稳压电压的电子电路设计图。

4、protues 仿真测试

5、器材清单

器材清单

元件名称	型号	数量	要求	备注

2、评价总结

序号	信息获取能力	计划实施能力	团队协作能力	验收质量	自我评价
项目名称:		任务名称:			
		组别:		班级:	
		成员:			

总结分享

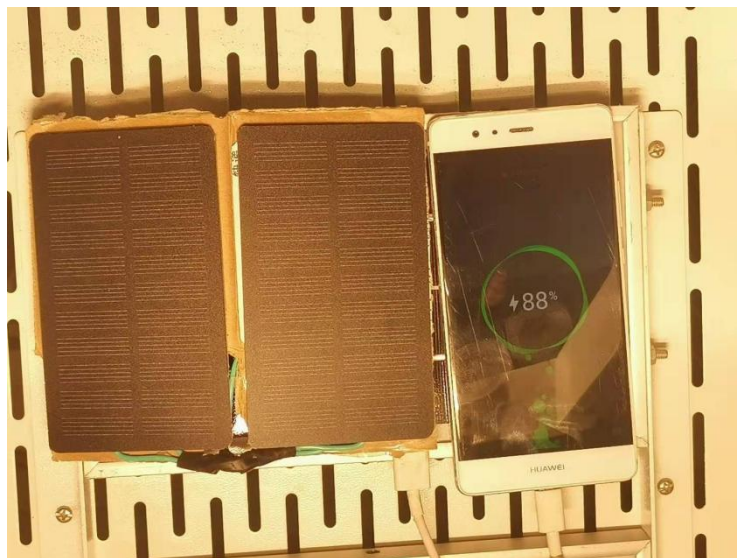
项目	内容
成果展示	
总结与分享	

【作品移交】

说明书：包含但不限于——产品介绍、电学参数、功能说明、安全操作事项等。

【任务拓展】

对以上电路进行拓展改进，尝试制作设计基于太阳能电池的便携式充电器的稳压电路。要求输入电压 2~5V 直流电，USB 输出稳定的 5V 直流电。



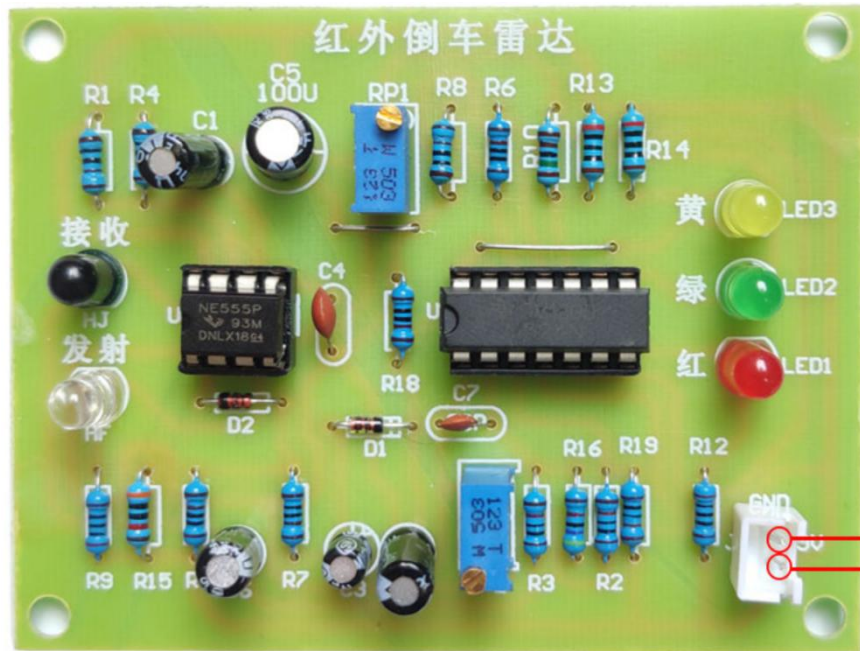
学习情境二：红外线倒车雷达的制作

成员：

时间：

【明确任务】

设计制作红外线倒车雷达，通过三支发光二极管的点亮个数来判定距离的远近，其中要求灵敏度和反射距离可调。



【项目目标】

1. 识别基本元器件并具备相应的检测技术；
2. 熟练使用相关的仪表、仪器设备、工具及其简单维护；
3. 掌握标准的焊接工艺；
4. 能知道红外线倒车雷达的组成和各部分作用；
5. 会利用所学知识分析红外线倒车雷达；
6. 能培养团队协作精神。

建议课时：6 课时

【项目准备】

1、5S 的含义是：

_____、_____

_____、_____

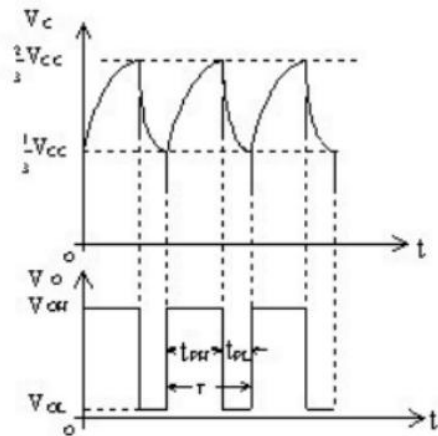
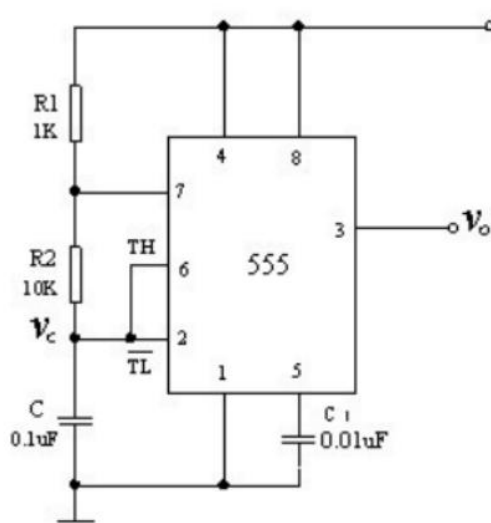
_____、_____

_____、_____

_____、_____

2、NE555 多谐振荡电路：

多谐振荡器又称为无稳态触发器，它没有稳定的输出状态，只有两个暂稳态。在电路处于某一暂稳态后，经过一段时间可以自行触发翻转到另一暂稳态。两个暂稳态自行相互转换而输出一系列矩形波。多谐振荡器可用作方波发生器。

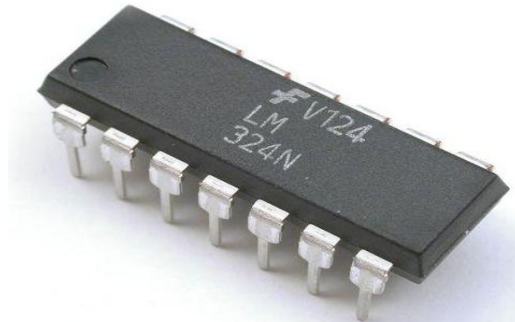
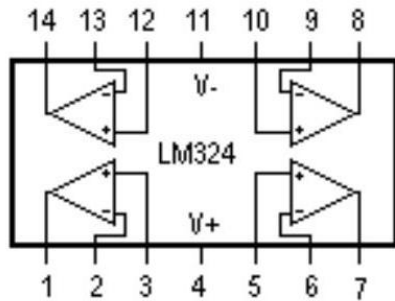


接通电源后，假定是高电平，则 T 截止，电容 C 充电。充电回路是 VCC—R1—R2—C 一地，按指数规律上升，当上升到时（TH、端电平大于），输出翻转为低电平。是低电平，T 导通，C 放电，放电回路为 C—R2—T—地，按指数规律下降，当下降到时（TH、端电平小于），输出翻转为高电平，放电管 T 截止，电容再次充电，如此周而复始，产生振荡。

3、LM324 系列四运算放大器：

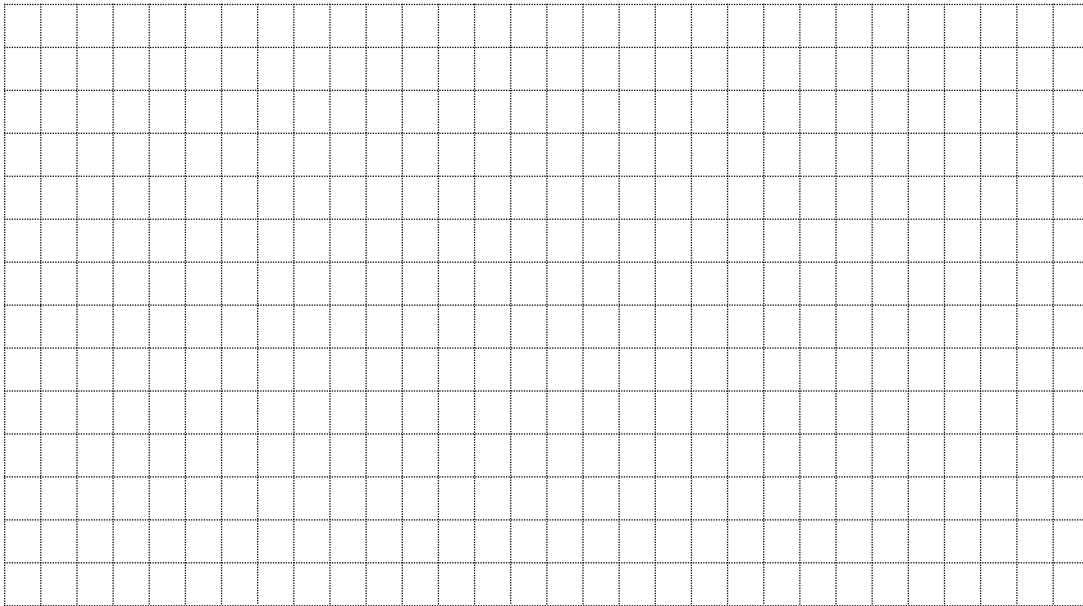
LM324 是四运放集成电路，它采用 14 管脚双列直插塑料（陶瓷）封装，外形如图所示。它的内部包含四组形 式完全相同的运算放大器，除电源共用外，四组运放相互独立。每一组运算放大器可用图 1 所示的符号来表示，它有 5 个引出脚，其中“+”、“-”为两个信号输

入端，“V+”、“V-”为正、负电源端，“Vo”为输出端。两个信号输入端中，Vi- (-)为反相输入端，表示运放输出端Vo的信号与该输入端的相位相反；Vi+ (+)为同相输入端，表示运放输出端Vo的信号与该输入端的相位相同。

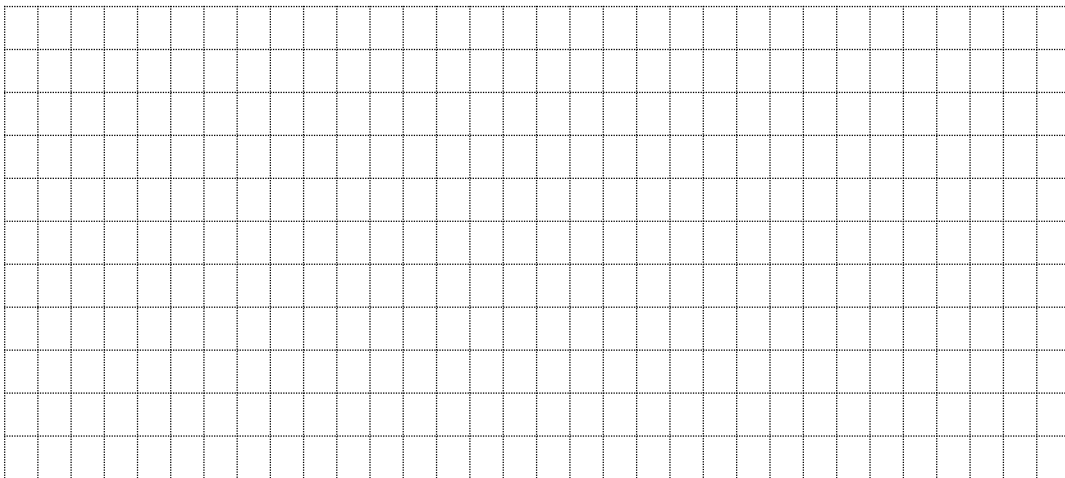


【任务实施】

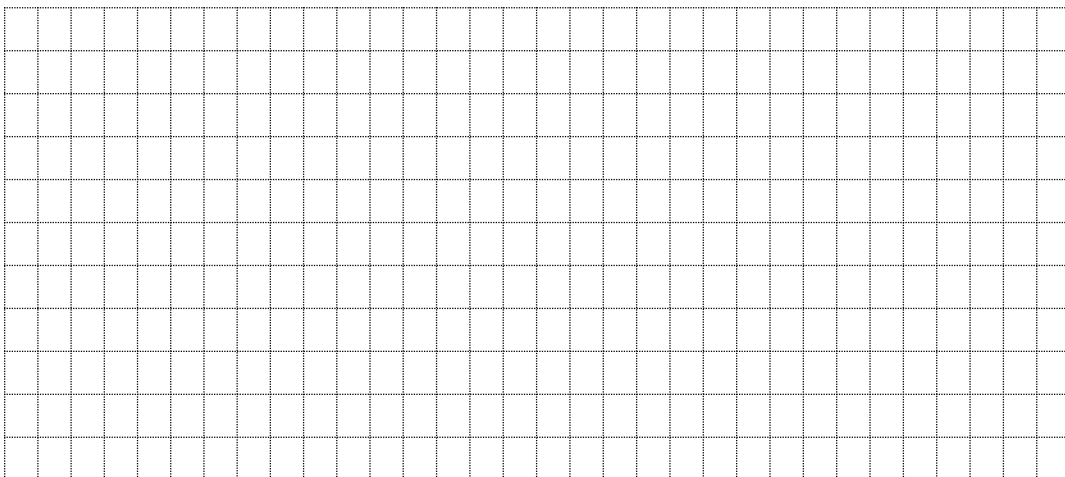
1、电路图设计



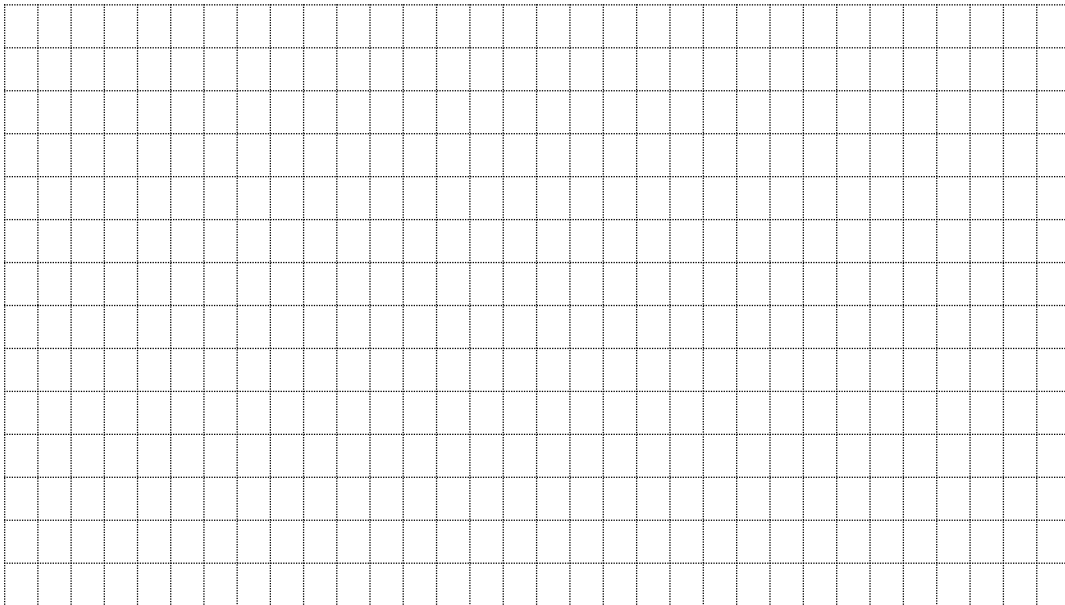
2、protues 软件在线仿真调试



3、PCB 电路板设计



小组讨论，要求使用指针万用表对所选二极管、电容、电阻等元器件进行测试，测试合格后才可在电路制作中使用。



7、电路制作

在电路板上进行元件布置，并焊接组装电路。

事项	内容	难点
元件布局		
焊接工艺		
6S（5S+安全）		

【任务评价】

评价项目	评价要点	分值	自评	互评
平时表现评价	出勤情况	5		
	纪律情况	5		
	5S 执行情况	5		
生产过程	准备工作：是否合理选择元器件、材料、检测工具	10		
	元器件测试和万用表的使用	5		
	焊接工艺：是否符合规范要求，是否美观	15		
	装配工艺：能否按照要求装配，元件布局如何	15		
	作品效果：电路板设计是否正确、美观、操作演示效果好	15		
	安全意识：是否遵守安全生产规则	5		
情感态度	是否有成员之间的交流合作	10		
	实践动手操作的兴趣、态度、积极性	5		
	是否有创新意识	5		
小组成员：				
总评				

【总结分享】

项目	内容
成果展示	
总结与分享	

【作品移交】

学习情境三：声控 LED 流水彩灯

成员：

时间：

【明确任务】

设计制作声控 LED 流水彩灯，声音从 MIC 进入电路，流水灯根据声音的大小，改变流水速度。



【项目目标】

1. 识别基本元器件并具备相应的检测技术；
2. 熟练使用相关的仪表、仪器设备、工具及其简单维护；
3. 掌握标准的焊接工艺；
4. 能知道红声控 LED 流水彩灯的组成和各部分作用；
5. 会利用所学知识分析声控 LED 流水彩灯；
6. 能培养团队协作精神。

建议课时：6 课时

【项目准备】

1、5S 的含义是：

_____、_____

_____、_____

_____、_____

_____、_____

_____、_____

4、CD4014 集成电路：

CD4017 是一种十进制计数器/脉冲分配器。CD4017 是 5 位 Johnson 计数器，具有 10 个译码输出端，CP、CR、INH 输入端。时钟输入端的斯密特触发器具有脉冲整形功能，对输入时钟脉冲上升和下降时间无限制。CD4017 提供了 16 引线多层陶瓷双列直插（D）、熔封陶瓷双列直插（J）、塑料双列直插（P）和陶瓷片状载体（C）4 种封装形式。

CD4017 工作条件

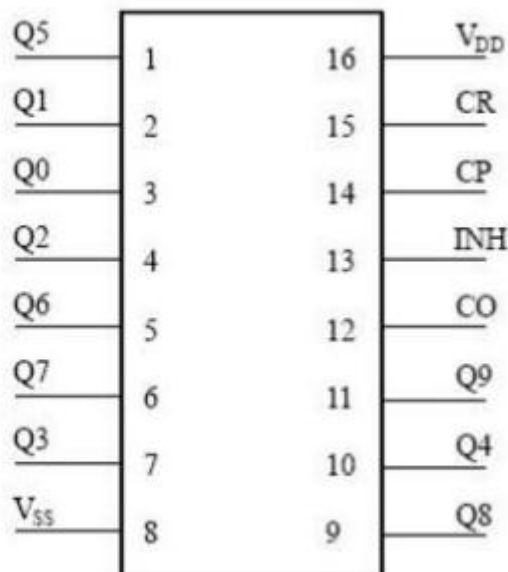
电源电压范围：3V-15V

输入电压范围：0V-VDD

工作温度范围

M 类：-55℃-125℃

E 类：-40℃-85℃



CO: 进位脉冲输出

CP: 时钟输入端

CR: 清除端

INH: 禁止端

Y0~Y9: 计数脉冲输出端

VDD: 正电源

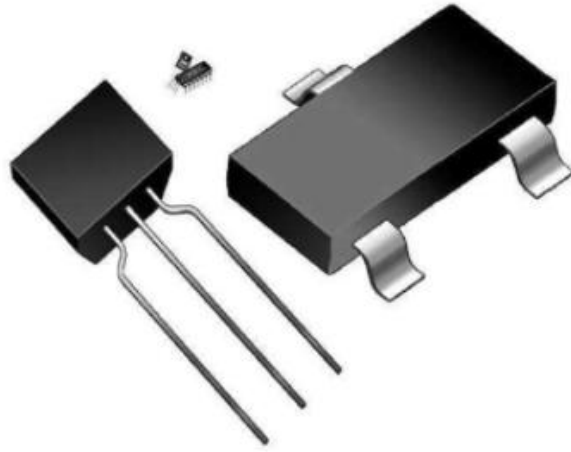
VSS: 地

cd4017 计数器, 提供了快速操作、2 输入译码选通和无毛刺译码输出。防锁选通, 保证了正确的计数顺序。译码输出一般为低电平, 只有在对应时钟周期内保持高电平。在每 10 个时钟输入周期 CO 信号完成一次进位, 并用作多级计数链的下级脉动时钟。

CD4017 (它的基本功能是对“CP”端输入脉冲的个数进行十进制计数, 并按照输入脉冲的个数顺序将脉冲分配在 Y₀—Y₉ 这十个输出端, 计满十个数后计数器复零, 同时输出一个进位脉冲。我们只要掌握了这些基本功能就能设计出千姿百态的应用电路来。

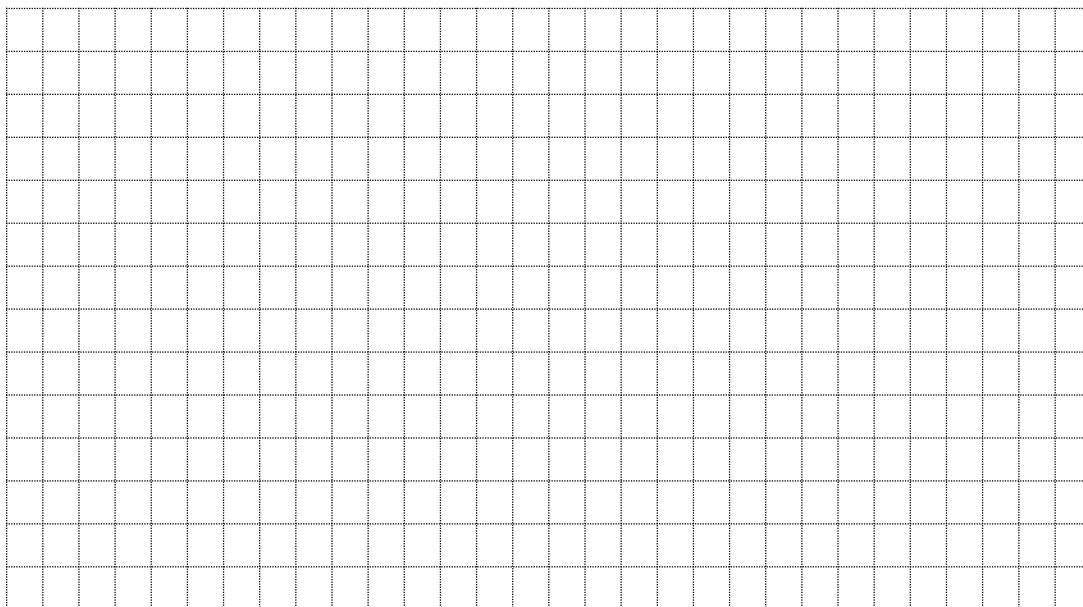
5、9014 三极管工作原理:

三极管工作原理: 三极管具有三个工作状态 / 区域: 截止区, 放大区, 饱和区。三极管被用作开关时, 需要工作在截止区和饱和区, 如果工作在放大区, 则满足 $I_C = \beta * I_B$ 这个关系, 这也是三极管具有放大电流作用的原因。以 NPN 为例介绍工作状态和原理。当发射结电压小于其截止电压, 并且基极电流为零时, 流过发射集的电流几乎为零 (大约为 I_{CEO} 电流), 这时三极管工作在截止状态。增大加在发射结上的电压, 使其大于截止电压使发射极正偏而集电结反偏, 这时候集电极的电流和基极电流满足 $I_C = \beta * I_B$ 这个线性关系, 即实现电流的放大作用, 三极管工作在放大区。继续增大发射结的电压, 使基极电流增大到一定程度后, 发射极的电流不再增大而是维持在某一个附近。这时表明三极管已经处于饱和状态。

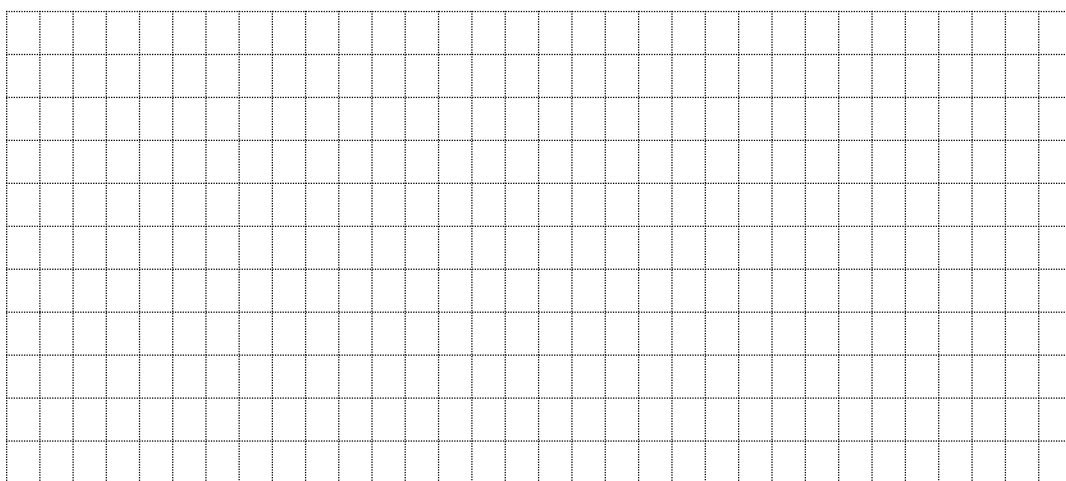


【任务实施】

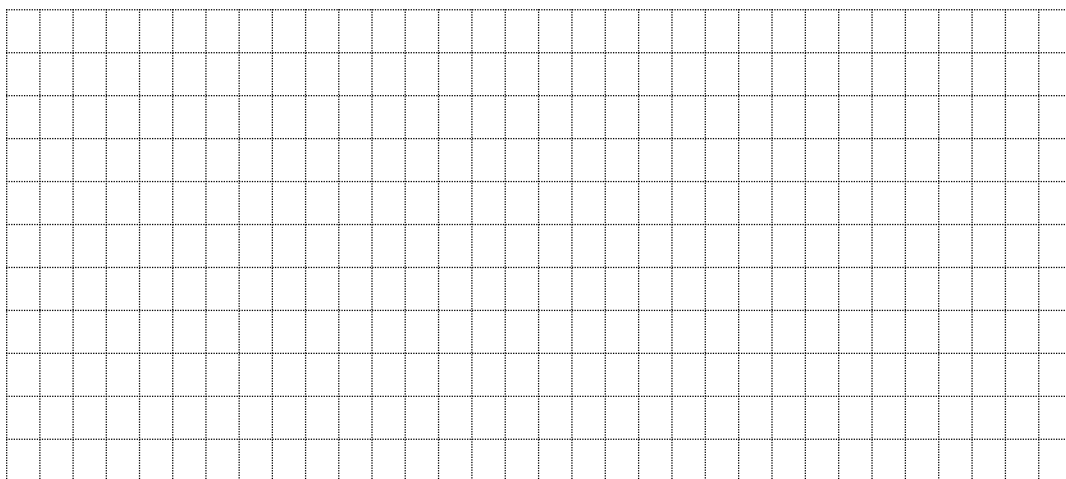
1、电路图设计



2、protues 软件在线仿真调试



3、PCB 电路板设计



【任务评价】

评价项目	评价要点	分值	自评	互评
平时表现评价	出勤情况	5		
	纪律情况	5		
	5S 执行情况	5		
生产过程	准备工作：是否合理选择元器件、材料、检测工具	10		
	元器件测试和万用表的使用	5		
	焊接工艺：是否符合规范要求，是否美观	15		
	装配工艺：能否按照要求装配，元件布局如何	15		
	作品效果：电路板设计是否正确、美观、操作演示效果好	15		
	安全意识：是否遵守安全生产规则	5		
情感态度	是否有成员之间的交流合作	10		
	实践动手操作的兴趣、态度、积极性	5		
	是否有创新意识	5		
小组成员：				
总评				

【总结分享】

项目	内容
成果展示	
总结与分享	

【作品移交】

学习情境四：小型音响的制作

成员：

时间：

【明确任务】

设计制作基于 LM4863 功放 IC 的小型音响，实现 USB+音频线输入，实现声音放大的效果。



【项目目标】

1. 识别基本元器件并具备相应的检测技术；
2. 熟练使用相关的仪表、仪器设备、工具及其简单维护；
3. 掌握标准的焊接工艺；
4. 能知道 LM4863 功放 IC 的小型音响的组成和各部分作用；
5. 会利用所学知识分析 LM4863 功放 IC 的小型音响；
6. 能培养团队协作精神。

建议课时：6 课时

【项目准备】

1、5S 的含义是：

_____、 _____

_____、 _____

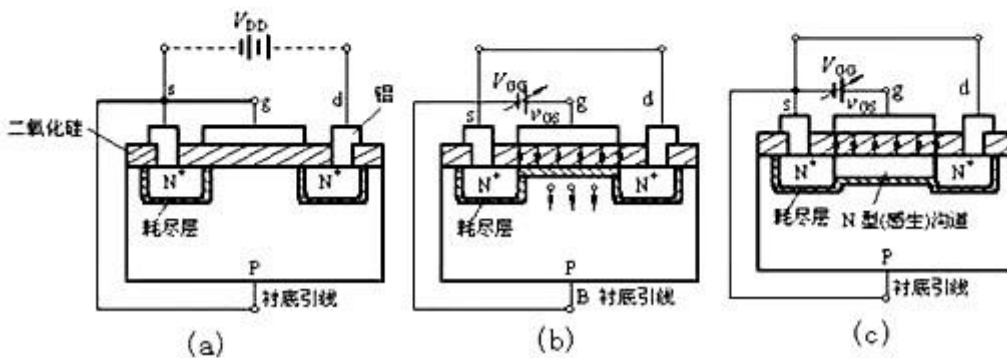
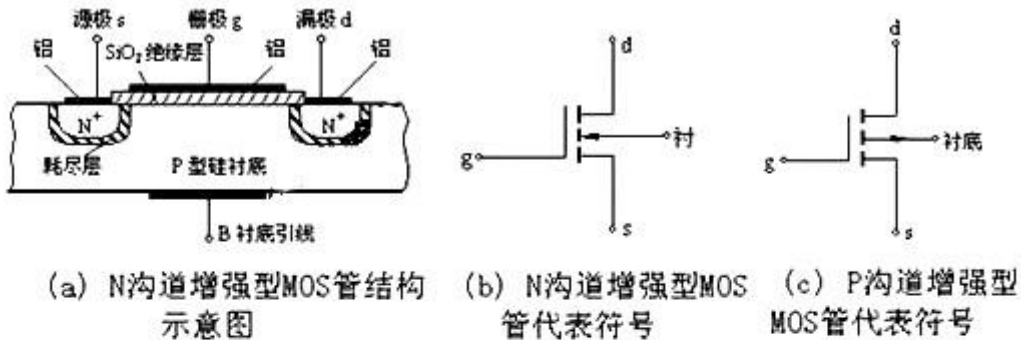
_____、 _____

_____、 _____

_____、 _____

6、N 沟道 mos 管工作原理：

在一块掺杂浓度较低的 P 型硅衬底上，制作两个高掺杂浓度的 N⁺区，并用金属铝引出两个电极，分别作漏极 d 和源极 s。然后在半导体表面覆盖一层很薄的二氧化硅（SiO₂）绝缘层，在漏——源极间的绝缘层上再装上一个铝电极，作为栅极 g。在衬底上也引出一个电极 B，这就构成了一个 N 沟道增强型 MOS 管。MOS 管的源极和衬底通常是接在一起的（大多数管子出厂前已连接好）。它的栅极与其它电极间是绝缘的。图（a）、（b）分别是它的结构示意图和代表符号。代表符号中的箭头方向表示由 P（衬底）指向 N（沟道）。P 沟道增强型 MOS 管的箭头方向与上述相反，如图（c）所示。



① $v_{GS}=0$ 的状况

从图 1(a)能够看出, 加强型 MOS 管的漏极 d 和源极 s 之间有两个背靠背的 PN 结。当栅——源电压 $v_{GS}=0$ 时, 即便加上漏——源电压 v_{DS} , 而且不管 v_{DS} 的极性如何, 总有一个 PN 结处于反偏状态, 漏——源极间没有导电沟道, 所以这时漏极电流 $i_D \approx 0$ 。

② $v_{GS} > 0$ 的状况

若 $v_{GS} > 0$, 则栅极和衬底之间的 SiO_2 绝缘层中便产生一个电场。电场方向垂直于半导体外表的由栅极指向衬底的电场。这个电场能排挤空穴而吸收电子。排挤空穴: 使栅极左近的 P 型衬底中的空穴被排挤, 剩下不能挪动的受主离子(负离子), 构成耗尽层。吸收电子: 将 P 型衬底中的电子(少子)被吸收到衬底外表。

当 v_{GS} 数值较小, 吸收电子的才能不强时, 漏——源极之间仍无导电沟道呈现, 如图 1(b)所示。 v_{GS} 增加时, 吸收到 P 衬底外表层的电子就增加, 当 v_{GS} 到达某一数值时, 这些电子在栅极左近的 P 衬底外表便构成一个 N 型薄层, 且与两个 N+区相连通, 在漏——源极间构成 N 型导电沟道, 其导电类型与 P 衬底相反, 故又称为反型层, 如图 1(c)所示。 v_{GS} 越大, 作用于半导体外表的电场就越强, 吸收到 P 衬底外表的电子就越多, 导电沟道越厚, 沟道电阻越小。

开端构成沟道时的栅——源极电压称为开启电压, 用 V_T 表示。上面讨论的 N 沟道 MOS 管在 $v_{GS} < V_T$ 时, 不能构成导电沟道, 管子处于截止状态。只要当 $v_{GS} \geq V_T$ 时, 才有沟道构成。这种必需在 $v_{GS} \geq V_T$ 时才构成导电沟道的 MOS 管称为加强型 MOS 管。沟道构成以后, 在漏——源极间加上正向电压 v_{DS} , 就有漏极电流产生。

7、LM4863 工作原理:

LM4863 是一个双路音频功率放大器. 它能够在 5V 电源电压下给一个 4Ω 负载提供 THD 小于 10%、最大平均值为 2.46W 的输出功率。另外, 在驱动立体声耳机时耳机输入引脚可以使放大器工作在单边模式。

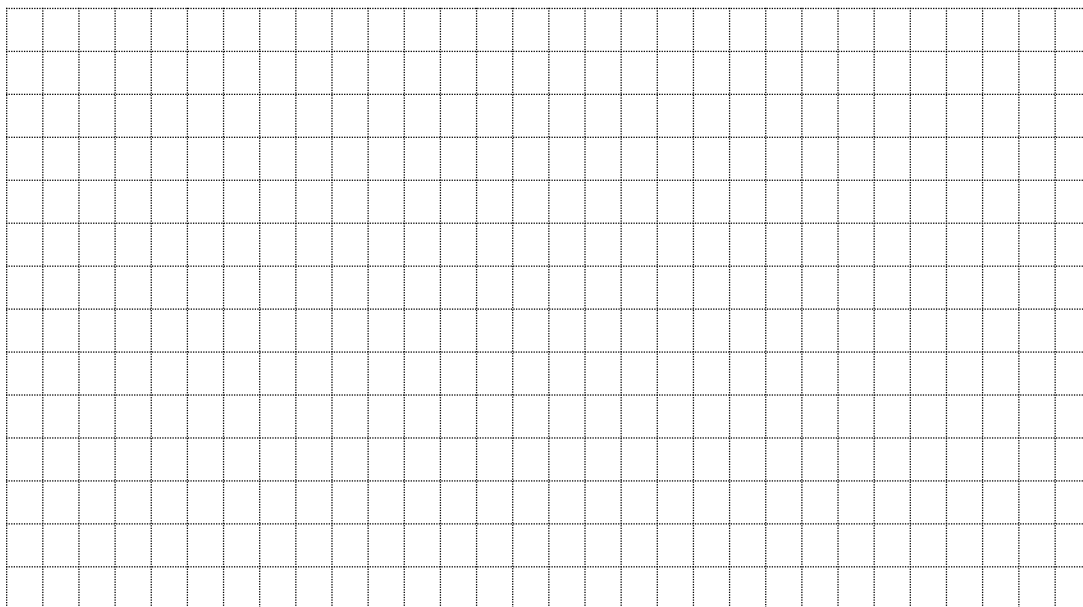
LM4863 是为提供高保真音频输出而专门设计的. 它仅仅需要少量的外围元件, 为了简化音频系统设计, LM4863 集双路桥式扬声器放大器和立体声耳机放大器于一体。LM4863 还有外部控制的关闭模式, 立体声耳机放大器模式和热保护关闭模式, 还有减少开机噪声功能。

SOP-16/DIP-16

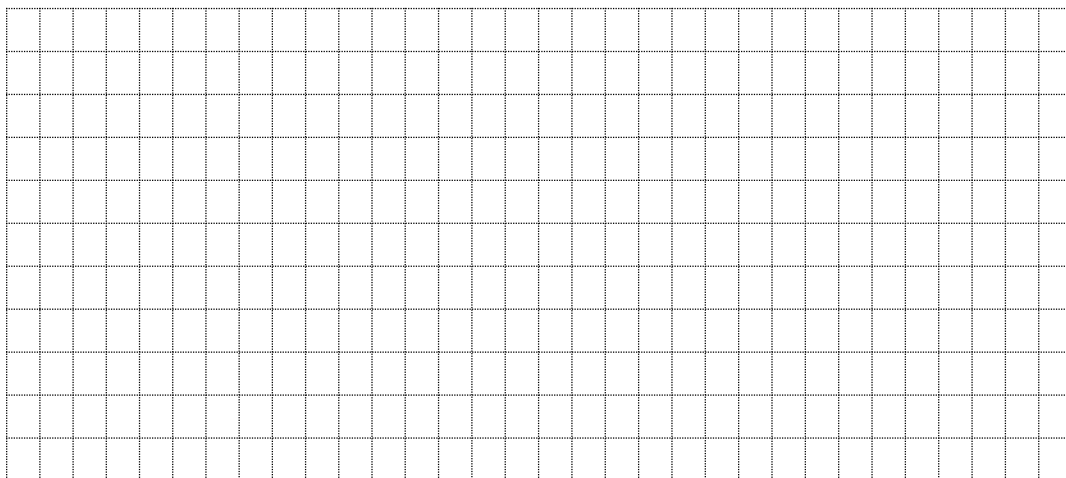
序号	名称	类型	说明
1	SD	I	关断端口
GND7、15		Power	接地端
3	VO2b	O	正向输出端 A
4、13	VDD	Power	电源端
5	VO1b	O	反向输出端 A
6	INNb	I	正向输入端 A
8	INPb	I	正向输入端 A
9	INP	I	正向输入端 B
10	BYPASS	I	电压基准端
11	INN	I	反向输入端 B
12	VO1	O	反向输出端 B
14	VO2	O	正向输出端 B
16	HP-IN	I	耳机/立体模式选择

【任务实施】

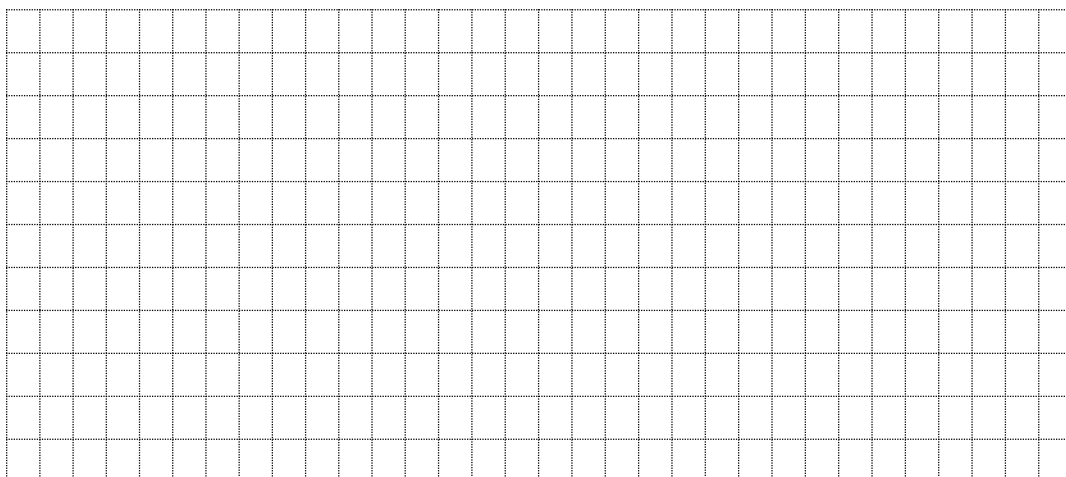
1、电路图设计



2、protues 软件在线仿真调试



3、PCB 电路板设计



【任务评价】

评价项目	评价要点	分值	自评	互评
平时表现评价	出勤情况	5		
	纪律情况	5		
	5S 执行情况	5		
生产过程	准备工作：是否合理选择元器件、材料、检测工具	10		
	元器件测试和万用表的使用	5		
	焊接工艺：是否符合规范要求，是否美观	15		
	装配工艺：能否按照要求装配，元件布局如何	15		
	作品效果：电路板设计是否正确、美观、操作演示效果好	15		
	安全意识：是否遵守安全生产规则	5		
情感态度	是否有成员之间的交流合作	10		
	实践动手操作的兴趣、态度、积极性	5		
	是否有创新意识	5		
小组成员：				
总评				

【总结分享】

项目	内容
成果展示	
总结与分享	

【作品移交】

学习情境五：红外线声光报警器

成员：

时间：

【明确任务】

设计制作基于 LM358 双运算放大器，实现手开进红外线发射管和接收管时，蜂鸣器发声，LED 灯点亮的效果。本设计可以用于生活中多种自动控制场合。



【项目目标】

1. 识别基本元器件并具备相应的检测技术；
2. 熟练使用相关的仪表、仪器设备、工具及其简单维护；
3. 掌握标准的焊接工艺；
4. 能知道 LM358 的内部原理；
5. 会利用所学知识分析红外线声光报警器电路；
6. 能培养团队协作精神。

建议课时：6 课时

【项目准备】

1、5S 的含义是：

_____、 _____
_____、 _____
_____、 _____
_____、 _____
_____、 _____

8、9012 管介绍：

9012 是非常常见的 PNP 型晶体三极管，在收音机以及各种放大电路中经常看到它，应用范围很广，它是 PNP 型小功率三极管。该三极管由发射极、基极、集电极。9012 三极管就是两头是 N 型，中间是 P 型。N 端为电子端，P 端为空穴端 在制造三极管时，要把发射区的 N 型半导体电子浓度做得很大，基区 P 型半导体做得很薄，当基极的电压大于发射极电压（硅管要大 0.7V，锗管要大 0.3V）而小于集电极电压时，这时发射区的电子进入基区，进行复合，形成 IE。但由于发射区的电子浓度很大，基区又很薄，电子就会穿过反向偏置的集电结到集电区的 N 型半导体里，形成 IC；基区的空穴被复合后，基极的电压又会进行补给，形成 IB。三极管 9012 首要参数:集电极电流 IC: Max -500mA 作业温度: -55℃到+150℃，集电极-基极电压 Vcbo: -40V 可与 NPN 三极管 9013 配对。

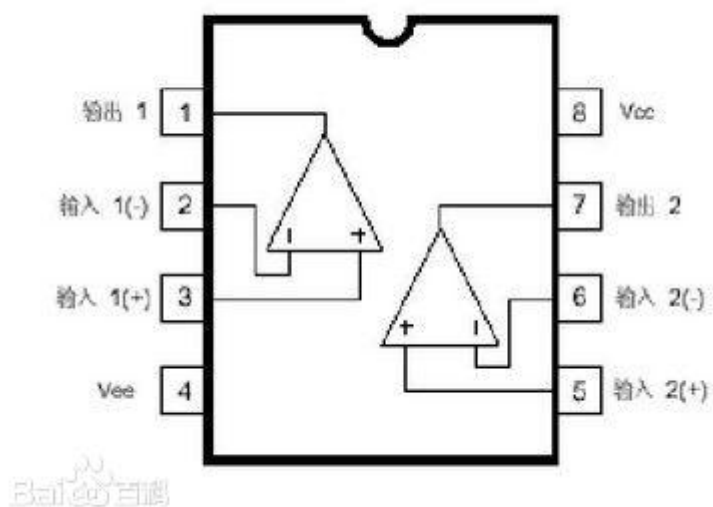
1: Emitter
2: Base
3: Collector



9、LM358 工作原理：

LM358 是双运算放大器。内部包括有两个独立的、高增益、内部频率补偿的运算放大器，适合于电源电压范围很宽的单电源使用，也适用于双电源工作模式，在推荐的工作条件下，电源电流与电源电压无关。它的使用范围包括传感放大器、直流增益模块和其他所有可用单

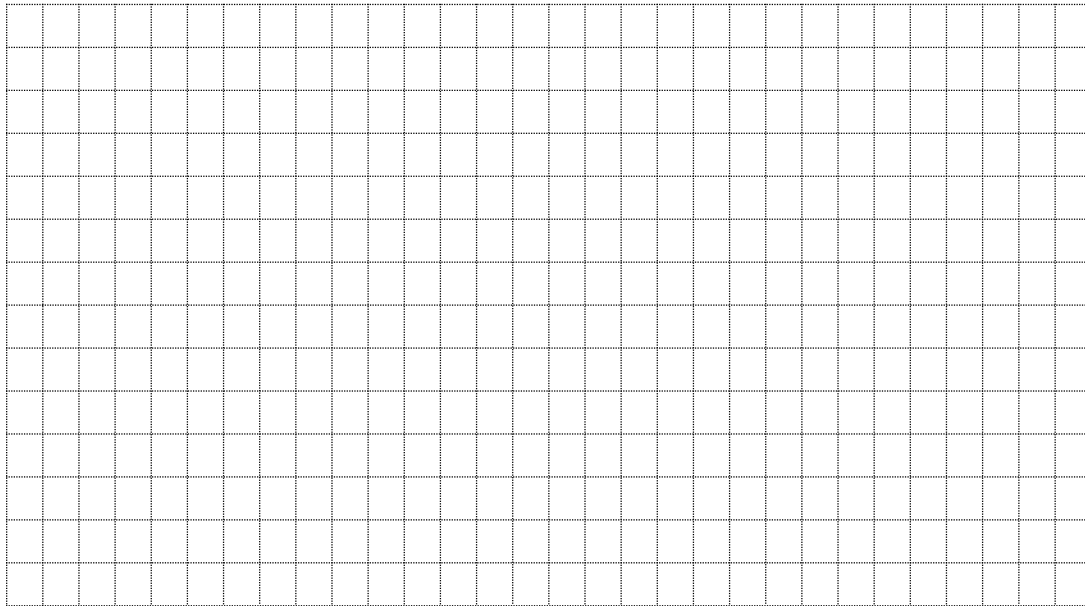
电源供电的使用运算放大器的场合。



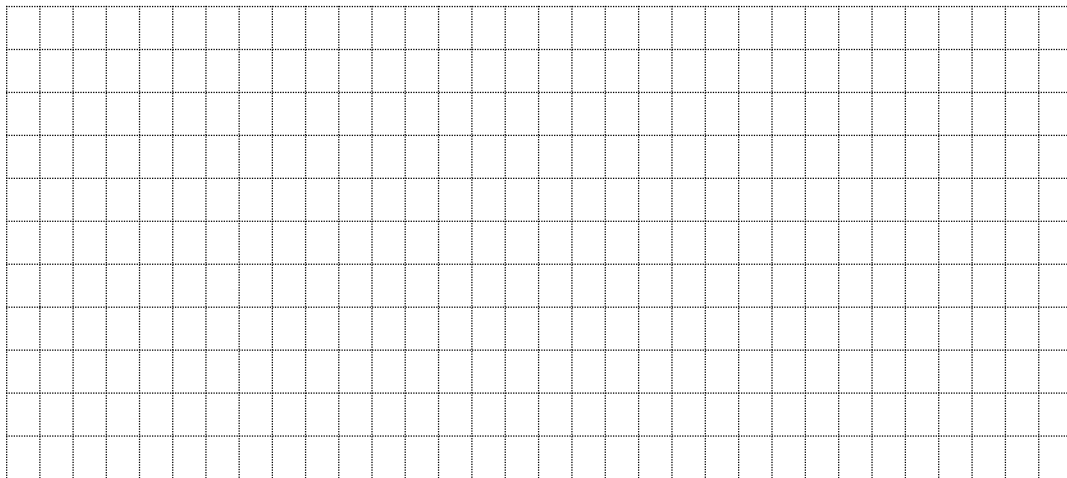
LM358 的工作原理：8 脚主供电输入，2 脚电压与 3 脚电压比较，6 脚电压与 5 脚电压比较，分别对应两个独立的输出：1OUT 与 2OUT 当 $1IN+$ 大于 $1IN-$ $2IN+$ 大于 $2IN-$ 时，1OUT 2OUT 输出高电平当 $1IN+$ 小于 $1IN-$ $2IN+$ 小于 $2IN-$ 时，1OUT 2OUT 输出低电平 LM358 输出端不需要上拉电阻，输出电压范围为： $0V \sim VCC-1.5V$ ，这点与 LM393 是不同的。

【任务实施】

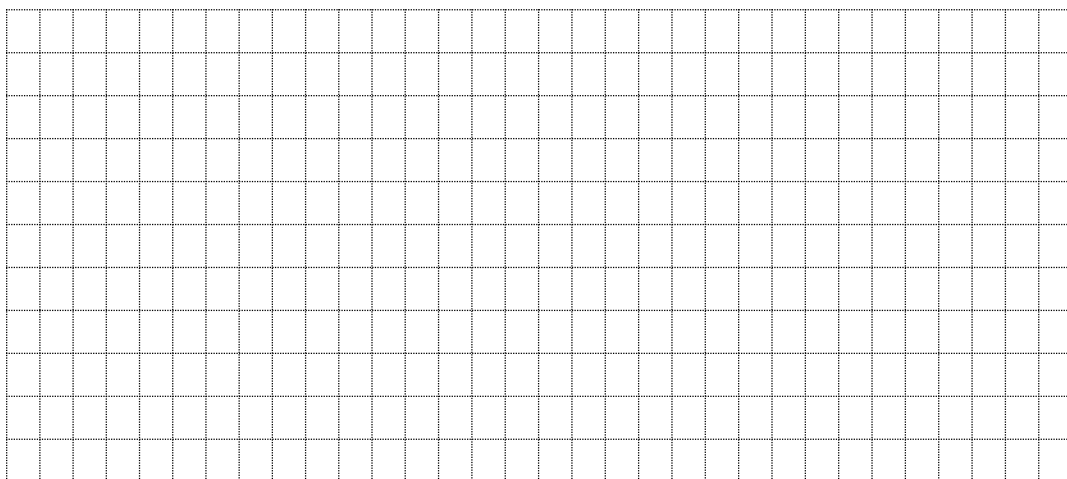
1、电路图设计



2、protues 软件在线仿真调试



3、PCB 电路板设计



【任务评价】

评价项目	评价要点	分值	自评	互评
平时表现评价	出勤情况	5		
	纪律情况	5		
	5S 执行情况	5		
生产过程	准备工作：是否合理选择元器件、材料、检测工具	10		
	元器件测试和万用表的使用	5		
	焊接工艺：是否符合规范要求，是否美观	15		
	装配工艺：能否按照要求装配，元件布局如何	15		
	作品效果：电路板设计是否正确、美观、操作演示效果好	15		
	安全意识：是否遵守安全生产规则	5		
情感态度	是否有成员之间的交流合作	10		
	实践动手操作的兴趣、态度、积极性	5		
	是否有创新意识	5		
小组成员：				
总评				

【总结分享】

项目	内容
成果展示	
总结与分享	

【作品移交】

机械与电子工程系

实训项目任务书

课程名称：《自动化生产线安装与调试》

实训项目：

实训 1：企业参观与认知

实训 2：自动化生产线的物料流功能分析

实训 3：自动化生产线能量流分析

实训 4：自动化生产线的信号流功能分析

学习情境	学习情境 1.1 企业参观与认知		
授课班级	21 级机制班	授课学时	8 学时
<p>作为机电一体化专业学生,首先需要对本专业毕业后从事的岗位和企业有一个初步的整体认知,将会带领大家到相关企业进行参观,并与小组为单位进行访谈,以小组之后请同学们完成以下任务。</p> <p>信息:为了能顺利完成本学习情境任务,请仔细阅读下面企业参观指南。</p> <p>工作任务:以手抄报的形式展示以下问题。</p> <p>具体任务:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、该企业生产的产品是什么? 2、该企业是通过什么样的方式去生产这种产品的? 3、企业的原材料都有哪些? 4、该企业生产产品的工艺流程是什么样的? 5、整个企业中员工的职业是什么?员工的职责是如何分配的? 6、该企业有哪些工位? 7、每一个部门的职责是什么? 8、该企业有哪些工作规程?为什么要有这些工作规程? <p>评价</p>			

组别:		任务:			日期:	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果演示	总分
<p>备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。</p>						

学习情境	学习情境 1.2 自动化生产线的物料流功能分析		
授课班级	21 级机制班	授课学时	12 学时

下图是 YL-335B 自动化生产线安装与调试实训设备。老师操作设备运行时，请仔细观看设备的运行状态，并完成下列任务。



工作任务：用 PPT 动画的形式对上述设备中物料运输和物料加工的流程进行模拟描述。

具体任务：

1、写出供料单元工作过程相关执行动作元器件的名称并描述其各自的作用；

执行动作元器件名称	作用

2、用 PPT 动画形式模拟描述供料单元物料位置变化，以及物料位置变化时相关元器件状态变化；

3、写出加工单元工作过程相关执行动作元器件的名称并描述其各自的作用；

执行动作元器件名称	作用

4、用 PPT 动画形式模拟描述加工单元物料位置变化，以及物料位置变化时相关元器件状态变化；

5、写出装配单元工作过程相关执行动作元器件的名称并描述其各自的作用；

执行动作元器件名称	作用

6、用 PPT 动画形式模拟描述装配单元物料位置变化，以及物料位置变化时相关元器件状态变化；

7、写出分拣单元工作过程相关执行动作元器件的名称并描述其各自的作用；

执行动作元器件名称	作用

8、用 PPT 动画形式模拟描述分拣单元物料位置变化，以及物料位置变化时

相关元器件状态变化；

9、写出输送单元工作过程相关执行动作元器件的名称并描述其各自的作用；

执行动作元器件名称	作用

10、用 PPT 动画形式模拟描述输送单元把物料从某一单元运送到下一个工作单元时物料的运动轨迹。

11、自动化生产线是代替人工的智能生产线，如果把某一个工作单元比作生产过程中的工人，请同学们对比分析某一单元。

信息:

老师反复演示 YL-335B 自动化生产线实训装置的工作过程。

计划:

请以小组为单位进行讨论，制定工作计划。

实施:

请以小组为单位共同完成以上任务。

评价:

组别:		任务:			日期:	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果演示	总分

备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。

学习情境	学习情境 1.3 自动化生产线 能量流分析	任务	1.3.1 安全用电基本常识
授课班级	21 级机制班	授课学	10 学时
<p>任务描述:</p> <p>任务 1: 现在公司要求你们宣传部出一期安全用电的板报, 做为公司宣传部的一员, 请你一周内完成这个任务。</p> <p>任务 2: 模拟跨步电压触电时逃离。</p> <p>信息:</p> <p>电是人们日常生活中必不可少的资源, 它在带来光明及便利的同时, 却也有一定的危险性, 如果操作不当, 可能酿成大祸。因此, 如何安全用电是每个人都必须关注的头等大事。只有安全用电, 才能使电能为我们所用。</p> <p>安全用电包括人身安全和设备安全。人身安全是指防止人接触带电物体受到电击或电弧灼伤而导致生命危险; 设备安全是指防止因用电事故引起的设备损坏或电气火灾、爆炸等危险。</p> <p>人体本身就是一个导体, 一般来说, 人体电阻为 $2k\Omega \sim 20M\Omega$。当电压加在人体上时就会有电流流过。人体与带电体相接触而有电流流过人体, 或者有较大的电弧烧伤人体, 都称之为触电。</p> <p>一、触电对人体的伤害</p> <p>1、电击</p> <p>是指电流通过人体内部器官, 破坏心脏、呼吸系统、神经系统等, 导致人出现痉挛、呼吸窒息、心室纤维性颤动、心搏骤停甚至死亡的触电事故。电击多发生在人们日常生产生活中易接触到的 220 V 低压线路或电气设备上。</p> <p>2、电伤</p> <p>是指电流通过人体表面时, 电流的热效应、化学效应、机械效应以及磁效应, 对人体外部组织或器官造成伤害的触电事故, 如电击伤、金属溅伤、电烙印等。</p> <p>在触电事故中, 电击和电伤往往是同步发生的, 但是大部分触电伤亡事故都是由电击造成的, 所以电击是最严重的触电事故。</p> <p>触电对人体的伤害程度与很多因素有关, 如电流大小、触电时间、流经途径、电流频率、电压大小及触电者的身体状况等。</p>			

3、影响触电的因素

(1) 电流大小：流过人体的电流大小是决定人体受到伤害程度最主要的原因之一。当较小的电流流过人体时，人没有知觉；当电流稍大，人会感觉到有点“麻刺”；超过 30 mA 的电流会对人体造成危险，超过 50 mA 的电流甚至会导致人体死亡

(2) 触电时间：电流流过人体的持续时间越长，对人体伤害程度就越大。触电时间越长，电流通过心脏引起心室纤维颤动的可能性就越大，同时对人体器官及组织的破坏也越严重。

(3) 电流途径：电流通过人体任何一个部位都可能会导致死亡，电流通过头部会使人昏迷，电流通过脊髓会使人瘫痪，电流通过中枢神经会引起神经系统严重失调而导致死亡。其中从左手到前胸是最危险的途径，因为心脏、呼吸系统、中枢神经都处于这条路径中，很容易引起心室颤动和中枢神经失调而导致死亡。

(4) 电流频率：一般来说交流电比直流电更危险，频率很低或者很高的电流触电危险性比较小些。对人体而言，最危险的电流频率范围是 20~300 Hz。超过 100 kHz 的电流对人体不会造成大的伤害，故在医学范畴中可以利用高频电流做理疗。

(5) 电压大小：触电电压越高，对人体的危害越大。根据欧姆定律可知，加在人体上的电压越高，会导致流过人体的电流越大，造成的危险就越大，并且高压触电往往会造成极大的弧光放电，强烈的弧光会导致人体灼伤或致残。

(6) 身体状况：患有心脏病、呼吸系统、神经系统等疾病的人在触电时受到的伤害会比健康人严重；妇女、小孩比成年男性更严重。另外，人体电阻本身不是固定值，它会随着皮肤干燥程度等因素变化。一般来说，在工频电压下，人体电阻会随接触面积增大、电压增高而减小

当流过人体的电流在 1.5mA 以下时，人体会会有轻微的麻刺感；当电流达到 5 mA 时，人体会发生肌肉痉挛；当达到 10mA 时，人体会感觉到剧痛，但仍可摆脱电流束缚，此时触电者很容易由于肌肉痉挛而摔倒，如在高空作业则易发生坠落事故。这些由于触电引起的其他伤害称为触电的二次事故。

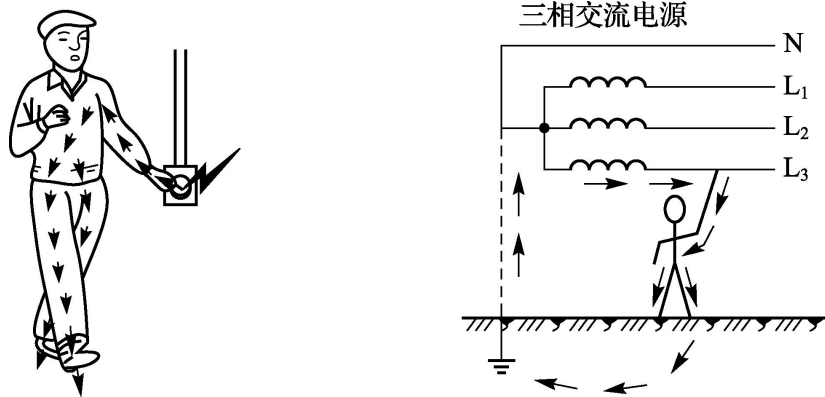
二、人体触电方式

1、单相触电

人体的一部分接触带电体的同时，另一部分又与大地或中性线（零线）接触，电流从带电体流经人体到大地（或中性线）形成回路，这种触电称为单相触电。

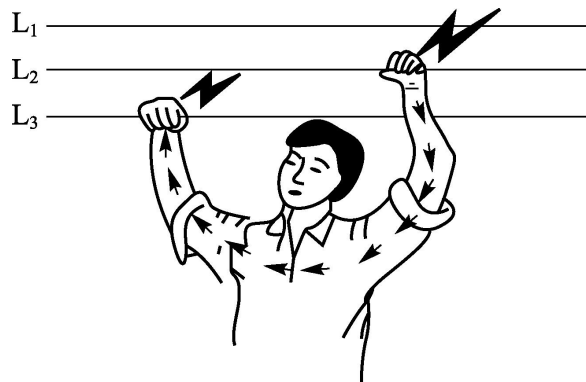
在我国的低压三相四线制供电系统中，单相电压为 220V。一般来说，人体电阻为 1~2kΩ，若有 220V 的电压加在人体上，将会产生近 110mA 的电流，远远大于人体的安全电流 30mA，所以单相触电是很危险的。

此时若人站在干燥的绝缘物体上单手操作，就不会有触电的危险。例如，人站在绝缘电阻为 $2\text{ M}\Omega$ 的干燥木板上去接触 220V 的电压，流过人体的电流仅为 0.11mA ，这对人体来说是安全的。



2、两相触电

人体的不同部位同时接触两相电源带电体而引起的触电称为两相触电。当发生两相触电时，无论电网中性点是否接地，人体所承受的电压都为 380V ，比单相触电时的 220V 更高，危险性更大。



3、跨步电压触电

当有雷电流入大地时，或载流电力线（特别是高压线）断落接地时，电流接地点及周围会形成强电场，其电位分布以接地点为圆心向周围扩散，其中以接地点电位最高，距离越远电位越低，在该强电场的不同位置形成电位差（电压），一旦人、畜跨入该区域，下肢之间将存在电压，该电压称为跨步电压。在跨步电压作用下，电流从接触高电位的脚流进，从接触低电位的脚流出，这就是跨步电压触电。

跨步电压的大小取决于距离高压接地点的远近以及两脚相对接地点的跨步间距。在距离高压线落地点 20m 以外的区域，跨步电压很小，可视为安全区域。

一旦误入高压线落点 20 m 以内的区域，应采用单脚跳或双脚并拢蹦离，切勿摔倒。



三、触电原因

1、线路架设不合格

线路架设时，擅自采用一线一地制（即用一根导线送电，并以大地作为回路的交流供电方式）的违章线路架设方法，当接地零线被拔出、线路发生短路或接地不良时，均会导致触电或区域电压不稳。

室内导线破旧、绝缘损坏或铺设电路不合格时，容易造成触电或短路引起火灾；无线电设备的天线、广播线或通信线与电力线距离过近或同杆架设时，若发生断线或碰线，电力线电压就会传到这些设备上而引起触电；电器修理工作台布线不合理，导致绝缘线被磨坏或被烙铁烫坏而引起触电等。

2、用电设备不合格

用电设备的绝缘老化损坏造成漏电，或外壳无保护接地线或保护接地线接触不良而引起触电。开关和插座的外壳破损或导线绝缘老化，失去保护作用，一旦人体触及就会引起触电；线路或用电器具接线错误，致使外壳带电而引发人体触电等。

3、电工操作不合要求

电工操作时未采取切实的安全措施，带电操作、冒险修理或盲目修理等，均可能引起触电。使用不合格的安全工具进行操作，如使用绝缘层损坏的工具，用竹竿代替高压绝缘棒，用普通胶鞋代替绝缘靴等，均会引起触电。停电检修线路时，闸刀开关上未挂警告牌，其他人员误合开关而造成触电等。

4、使用电器不谨慎

在室内违规乱拉电线，乱接用电器具，使用中不慎而造成触电。移动灯具或电器时未切断电源，若电器漏电就会造成触电。更换保险丝时，随意加大规格或使用其他金属丝代替熔丝，使之失去保险作用而造成触电或引起火灾。用湿布擦拭或用水冲刷电线和电器，导致绝缘性能降低而造成触电等。

只要技术措施和管理措施得当，防护到位，可有效避免触电事故的发生。因此，采用合理可靠的安全防护措施是非常重要的。根据触电形式的不同，触电安全防护措施可分为预防直接接触电的措施和预防间接接触电的措施。

四、安全防护措施

1、预防直接接触电的措施

(1) 绝缘措施

良好的绝缘是预防触电事故的重要措施。根据绝缘材料的不同，可分为气体绝缘、液体绝缘和固体绝缘。高压线在空气中是裸线架设，绝缘材料为气体；油浸式变压器中注满了变压器油，绝缘材料为液体；日常生活中常用的电工工具手柄一般用橡胶或木头制成，绝缘材料为固体。

(2) 屏护措施

采用屏护装置将带电体与外界隔绝开来，以杜绝不安全因素的措施称为屏护措施。常用的屏护装置有遮栏、护罩、护盖、栅栏等。



如常用电器的绝缘外壳、金属网罩、金属外壳，变压器的遮栏、栅栏等都属于屏护装置。应当注意的是，凡是金属材料制作的屏护装置，应妥善接地或接零。栅栏等屏护装置上应有如“止步”、“高压危险”等明显标志，必要时可上锁或装配监控设备。

(3) 间距措施

为防止人体或车辆触及或过分接近带电体而引发触电事故，在带电体与人畜之间、带电体与地面之间、带电体与带电体之间、带电体与其他设备之间采取保持一定安全间距的措施，称为间距措施。

安全间距的大小取决于电压高低、设备类型和安装方式等因素。例如，1 kV 以下的带电线路与建筑物之间，水平距离不小于 1.0 m，垂直距离不小于 2.5 m；10kV 以下的带电线路与建筑物之间，水平距离不小于 1.5m，垂直距离不小于 3.0 m；35kV 以下的带电线路与建筑物之间，水平距离不小于 3.0 m，垂直距离不小于 4.0m。

(4) 安全标志

在有触电危险的区域，应设置明显的安全标志，使人警惕，防止触电事故的发生。



2、预防间接触电的措施

(1) 加强绝缘措施

对电气线路或设备采取双重绝缘、加强绝缘，以及对组合电气设备采用共同绝缘的预防触电措施称为加强绝缘措施。这样，即使工作绝缘损坏后，还有一层加强绝缘保护，不易发生触电事故。

(2) 电气隔离措施

采用隔离变压器或具有同等隔离作用的发电机，使电气线路和设备的带电部分处于悬浮状态的预防触电措施称为电气隔离措施。

这样，即使该线路或设备工作绝缘损坏，人站在地面上与之接触也不易触电。应注意的是，变压器的二次电压不得超过 500 V，且其带电部分不得与其他电气回路或大地相连，以此才能保证其隔离要求。

(3) 自动断电保护措施

当带电线路或设备上发生触电事故或其他事故（短路、过载等）时，在规定时间内能自动切断电源而起到保护作用的措施称为自动断电保护措施。如漏电保护、过流保护、过压或欠压保护、短路保护、接零保护等均属自动断电保护措施。其



中漏电保护器是最常用的自动保护装置。

漏电保护器俗称漏电开关，是一种防止漏电事故发生的保护装置。当用电线路或设备因漏电而出现对地电压或产生漏电电流时，它能够在规定时间内，迅速切断电源，保证人身安全。

漏电保护器的主要技术参数是额定漏电动作电流，它是保证漏电保护器必须动作的漏电电流值。

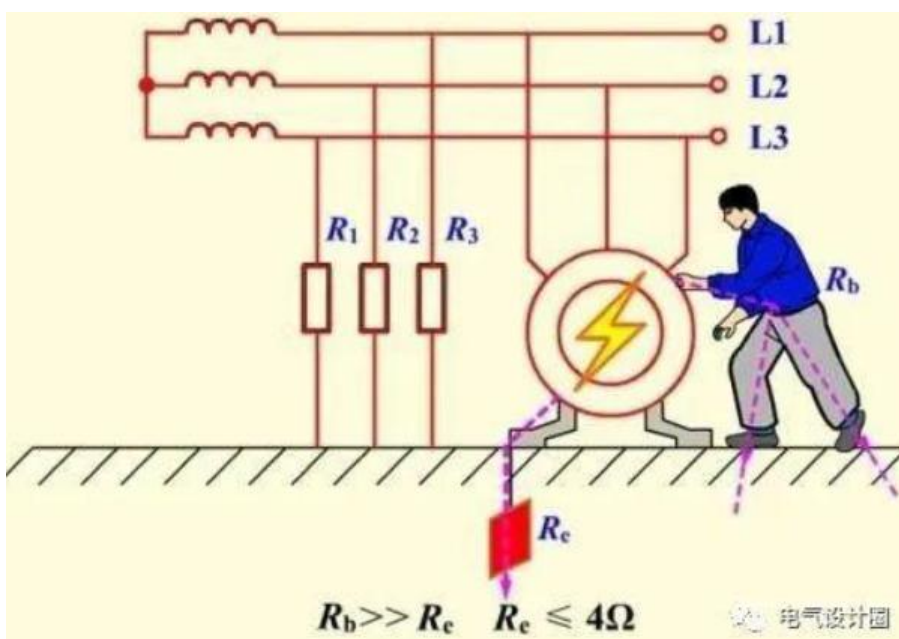
在实际使用中，通常把低压断路器与漏电保护器组合在一起，即带漏电保护功能的低压断路器，简称漏电断路器。



3、保护接地与保护接零

(1) 保护接地

保护接地简称接地，是指在电源中性点不接地的供电系统中，将电气设备的金属外壳与埋入地下且接触大地良好的接地装置（接地体）进行可靠连接。保护接地原理如图所示。



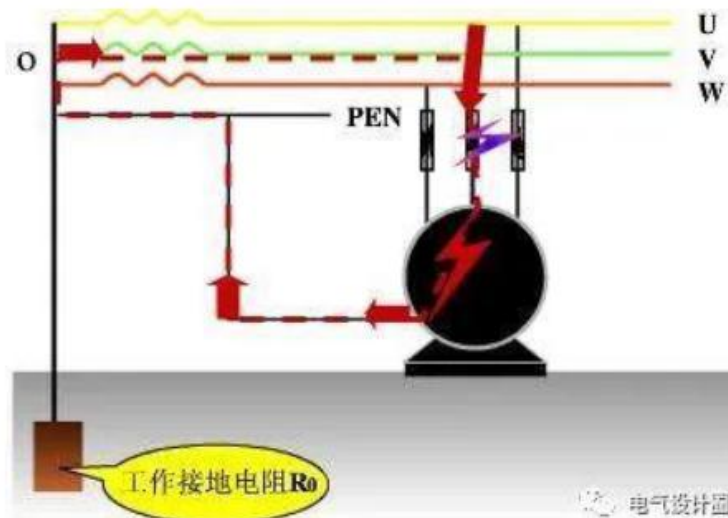
若设备漏电，外壳和大地之间的电压将通过接地装置将电流导入大地。此时如果有人接触漏电设备外壳，由于人体与漏电设备并联，且人体电阻 R_b 远大于接地装置的对地电阻 R_e ，即 $R_b \gg R_e$ ，通过人体的电流非常微弱，从而消除了触电危险。电压在 100 V 以下的任何形式的电网，均需采用保护接地作为安保技术措施。接地装置通常采用厚壁钢管或角钢，接地电阻以小于 4Ω 为宜。

保护接地局限性：

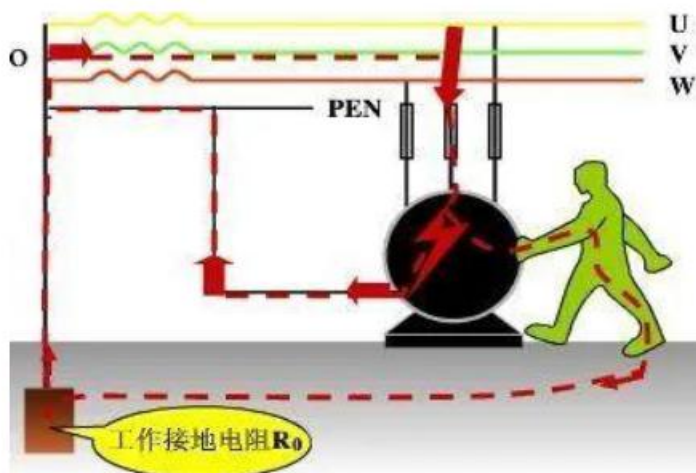
在电源中性点直接接地的系统中，保护接地有一定的局限性。这是因为在该系统中，当设备发生碰壳故障时，便形成单相接地短路，短路电流流经相线和保护接地线、电源中性点接地装置。如果接地短路电流不能使熔丝可靠熔断或自动开关可靠跳闸时，漏电设备金属外壳上就会长期带电，也是很危险的。

(2) 保护接零

保护接零简称接零，是指在电源中性点接地的供电系统中，将电气设备的金属外壳与电源零线（中性线）可靠连接。保护接零原理如图所示。



当电气设备漏电致使其金属外壳带电时，设备外壳将与零线之间形成良好的电流通路。此时如果有人接触设备金属外壳，由于人体电阻 R_b 远大于设备外壳与零线之间的接触电阻 R_c ，即 $R_b \gg R_c$ ，通过人体的电流很小，从而消除了触电危险。当电动机等用电设备发生“碰壳”故障时，相线与零线短接，短路电流足



中性点直接接地系统采用的保护接零

以使安装在电源线路上的熔断器或者断路器发挥短路保护功能，从而切断电源。

采用保护接零措施后，零线绝对不允许断开，所以零线上不能安装熔断器或开关。另外为确保安全，还应将零线与接地装置进行可靠连接，即重复接地。此时万一零线断开，重复接地也能将漏电电流导入大地。

保护接地与保护接零的区别

保护接地即适用于一般不接地的高低压电网，也适用于采取了其他安全措施（如装设漏电保护器）的低压电网；保护接零只适用于中性点直接接地的低压电网。

4、使用安全电压

在没有任何防护措施的情况下，当人体接触带电体时，在一定时间内对人体各个部分均不造成伤害的电压值称为安全电压。我国规定的系列安全电压有 36 V、24V 和 12V。

不同的场所采用不同的安全电压。当使用大于 24 V 的安全电压时，必须有防止人身直接接触及带电体的保护措施。在高温、潮湿且周围有大面积接地体的场所，如矿井、隧道内需使用 12 V 的安全电压。凡手持照明器具，在危险环境或特别危险环境中使用的局部照明灯，高度不足 2.5 m 的一般照明灯，携带式电动工具等，若无特殊的安全防护装置或安全措施，必须采用 24 V 或 36 V 的安全电压。

5、使用其他防护措施

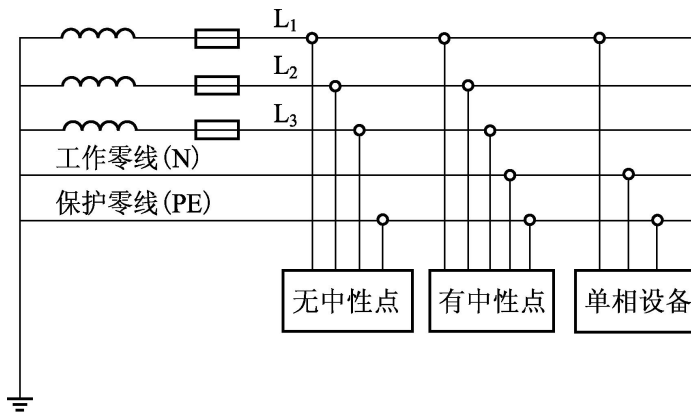
（1）使用个人防护用品

初学者在使用电气设备或在带电线路工作时，需由经验丰富的电工监护，同时穿戴相关的个人防护用品。在实际操作时，操作者应使用绝缘用具，如绝缘杆、绝缘夹钳、安全带、脚踏板等。

（2）采用三相五线制

我国低压电网通常使用的是中性点接地的三相四线制（即三火一零），提供 380/220 V 的电压。在一般家庭中常常采用单相两线制（即一火一零），因其不易实现保护接零，容易造成触电事故。

为确保工厂、企业、居民区用电安全，国际电工委员会推荐采用三相五线制供电方式，包括三根相线（L）、一根工作零线（N）和一根保护零线（PE）。用电设备上所连接的工作零线（N）和保护零线（PE）是分别敷设的，工作零线（N）上的电位不能传递到用电设备的外壳上，这样就能有效隔离三相四线制供电方式所造成的危险电压，使用电设备外壳上的电位始终处在“地”电位，从而消除了设备产生危险电压的隐患。



计划：

请以小组为单位，每个同学分别设计一份版面格式，根据信息资源，确定板报中所用的内容，再小组共同确定出最终的板报方案。

实施：

请各小组按照计划阶段确定的方案，完成板报的制作。
请各小组模拟跨步电压触电时逃离方法。

评价：

组别：		任务：			日期：	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果展示	总分

备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。

作业：

1、发生触电事故的主要原因是什么？

2、发生触电时应采取哪些救护措施？

3、家庭安全用电有哪些措施？

4、实训室安全用电规则有哪些？

5、请画出常用的安全用电标志。

学习情境	学习情境 1.3 自动化生产线 能量流分析	任务	1.3.2 触电急救常识
------	--------------------------	----	--------------

授课班级	21 级机制班	授课学时	4 学时
------	---------	------	------

任务描述:

你被某公司新招收为一名新员工,由于工作需要,需要你掌握触电急救常识。

具体任务:

1、认识一些绝缘材料和绝缘防护用具,包括绝缘手套、绝缘鞋、绝缘垫、绝缘棒等。认识它们的用途和使用场合。

用具(品)	用途	使用场合

2、模拟练习低压触电事故断电操作五步法。(模拟练习低压触电事故采取的断电措施。为了安全,必须在断电的情况下有一位同学模拟触电事故,其他同学迅速采取各种断电措施。)

3、模拟练习高压触电事故断电操作。

4、将触电事故各种断电措施的操作要领和适用场合填入表中。

断电措施	操作要领	适用场合

5、各小组代表模拟演练人工呼吸法和胸外心脏按压法,组内其他同学配合。

信息:

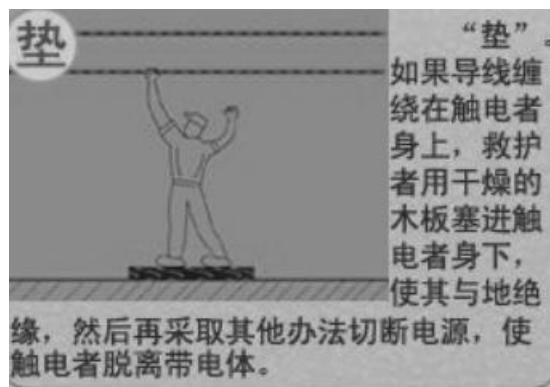
一旦发现有触电事故,抢救者必须保持冷静,首先应尽快使触电者脱离电源,然后判断触电者的受伤程度,并根据触电者的伤情进行相应的现场救治。

使触电者迅速脱离电源是抢救触电事故中极其重要的一环，触电时间越长，对触电者的危害就越大。根据现场情况不同，脱离电源方法也有所不同。

一、脱离电源

1、低压触电事故脱离电源的方法

对于低压触电事故，使触电者脱离电源的方法可总结为“拉、切、挑、拽、垫”。



如果发现电源开关或电闸、插座等就在触电现场附近，可立即拉下开关或电闸，拔下插座等。

如果一时找不到电源开关（电闸）或距离太远，可用带有绝缘手柄的斧头或

钳子切断电源线。

如果手边找不到工具或是带电线路搭落在触电者身上时,可用干燥的木棒或竹竿挑开电线,使带电线路与触电者身体脱离。

如果周围没有工具,救护人可戴手套或用干燥的衣服将手完全的包裹起来,然后拖拽触电者的衣服,切记千万不可直接接触触电者的皮肤。

如果电线缠绕在触电者身上,可将干燥木板等绝缘物插入触电者身下,使其与地面隔离,隔断电流。

2、高压触电事故脱离电源的方法

当发现有人在高压设备上触电时,救护者应戴上绝缘手套、绝缘鞋等个人防护用具,使用相应的绝缘工具关闭高压设备的电源开关。或者拨打国家电网 24 小时客户服务热线“95598”,第一时间通知供电部门停电。

触电者脱离电源后,应首先判断其受电流伤害的程度,然后根据情况采取不同的抢救措施。

二、判断触电者伤害程度

1、判断呼吸是否停止

将触电者移至干燥、通风的地方,松开领口和裤腰带,使其仰卧,观察触电者胸腔有无起伏。若胸腔无明显起伏现象,可用手轻触触电者鼻孔,感觉有无气流流动。

2、判断脉搏是否跳动

用手检查触电者颈部的颈动脉,或手腕处的脉搏,确认有无跳动。或是将耳朵贴近触电者心脏处,判断有无心脏跳动的心音。

3、判断瞳孔是否放大

处于死亡边缘或已经死亡的人,大脑细胞严重缺氧,大脑中枢失去对瞳孔的调节作用,瞳孔会自行放大,且对外界的光线没有反应。

三、现场救治

1、触电者未失去知觉

如果触电者只是头昏、心悸、出冷汗、恶心、呕吐,但并未失去知觉,可将其放在空气流通、温度适宜的地方安静平躺,松开身上的紧身衣服,摩擦全身,使之发热,促进血液循环。

2、触电者失去知觉

如果触电者已经昏迷,但呼吸心跳尚存,应立即通知医生,同时将其平放在通风、凉爽的地方,松开身上的紧身衣服,摩擦全身,使之发热。如果发现其呼吸逐渐衰弱,应立即施以人工呼吸;若发现心跳逐渐停止,则应立即施以胸外心脏按压。

3、触电者心跳、呼吸均停止

如果出现假死现象，应该根据触电者的不同情况对症处理。如果呼吸停止，可采用人工呼吸法；对于心脏停止跳动者，可用胸外心脏按压法；若呼吸、心跳均停止，上述两种方法应同时使用，采取急救措施的同时应尽快通知医生。

四、人工呼吸法和胸外心脏按压法

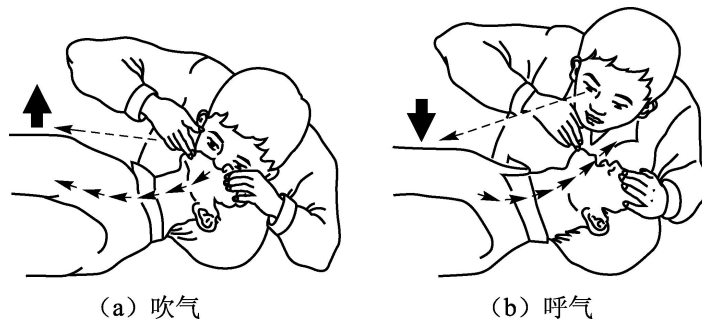
1、口对口人工呼吸法

人工呼吸的方法很多，其中以口对口吹气的人工呼吸法最为简便有效，也最容易学会。

首先把触电者移到空气流通的地方，最好放在平直的木板上，使其仰卧，头部尽量后仰。先把头侧向一边，掰开嘴，清除口腔中的杂物、假牙等。如果舌根下陷应将其拉出，使呼吸道畅通。同时解开触电者的衣领，松开上身的紧身衣服及裤带，使其胸部可以自由扩张。

抢救者位于触电者的一侧，一手按在触电者的前额，并用拇指与食指捏紧触电者的鼻孔，另一只手掰开触电者的口腔，深吸一口气后，以口对口紧贴触电者的嘴唇吹气，同时观察触电者的胸部是否上伏。

然后松开触电者的口鼻，使其胸部自然恢复，让其自动呼气，时间约 3s。按照上述步骤反复进行，4~5s 一个循环，每分钟约 12 次。如果触电者牙关紧闭，不能张口或口腔有严重损伤时可采用口对鼻人工呼吸，其效果与口对口呼吸法相近。



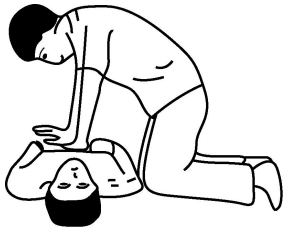
2、胸外心脏按压法

当心脏停止跳动时，应立即采取胸外心脏按压法进行抢救。胸外按压法是利用人工胸外按压使心脏恢复跳动的急救方法。

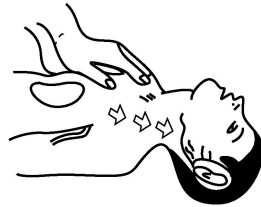
首先，使触电者仰卧于地面或木板上，解开其衣领和裤带，头部后仰，使其气道开放。抢救者跪于触电者一侧或跨跪在其腰部两侧。抢救者用左手掌根置于触电者胸骨下端部位，即中指尖部置于其颈部凹陷的边缘，掌根所在的位置即为正确按压区，将右手掌根重叠放置在左手手背上，使双手手指完全脱离胸壁，双臂伸直，然后垂直向下均匀用力按压，使其胸部下陷 3~4 cm 左右，使心脏受压

排血，然后放松。

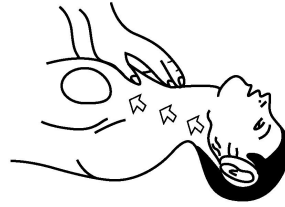
重复上述步骤，不可中断，成人每分钟约 60~80 次。按压时定位要准确，压力要适中，不要用力过猛，以免造成肋骨骨折、气胸、血胸等危险；但也不能用力过小，否则达不到按压的目的。



(a) 抢救者跪跨位置



(b) 向下按压



(c) 迅速放松

上述两种方法应对症使用，若触电者心跳和呼吸均已停止，则两种方法可同时使用。如果现场抢救者只有一人时，应先行吹气两次，然后立即进行胸外心脏按压 30 次，如此反复进行。若抢救者有两人，可先一人吹气一次，另一人按压心脏 5 次，反复循环即可。

经过一段时间的抢救后，若触电者面色好转，口唇潮红，瞳孔缩小，心跳和呼吸恢复正常，四肢可以活动，此时可暂停数秒进行观察，有时触电者至此就可恢复。如果触电者仍不能维持正常的心跳和呼吸，必须在现场继续抢救，尽量不要搬动，最大限度地争取抢救时间。

计划：

请以小组为单位，规划各种急救措施练习顺序及练习方案。

实施:

请各小组按照计划阶段确定的方案，按照任务要求进行急救措施练习。

评价:

组别:		任务:			日期:	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果展示	总分

备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。

学习情境	1.3.3 自动化生产线能量流分析	任务	1.3.3 电气火灾
授课班级	21 级机制班	授课学时	4 学时

任务描述:

任务 1:

过几天是全国消防日，为了做了消防宣传，做为单位宣传部门的成员，请你出一期关于消防的板报。

任务 2:

会正确使用灭火器。

信息:

电气火灾一般是指由于电气线路、用电设备或器具等出现故障而释放的热能（如高温、电弧、电火花等），在具备燃烧条件下引燃本体或其他可燃物而造成的火灾，也包括由雷电和静电引起的火灾。

一、电气火灾的分类

1、漏电火灾

漏电是指电气线路的某一部位因碰压、划破、磨擦等机械损伤或潮湿、高温、腐蚀等原因，使导线的绝缘能力下降，导线与导线之间、导线与大地之间有电流通过的现象。当漏电发生时，泄漏的电流在流入大地途中，若遇到电阻较大的部位，会产生局部高温，致使附近的可燃物着火，从而引起火灾。此外，漏电点产生的漏电火花也会引起火灾。

2、短路火灾

短路是指电气线路中有裸露的导线或绝缘导线的绝缘层破损后，火线与邻线、火线与地线在某处相连，导致电路突然增大的现象。短路时，线路中电流突然增大至正常时的几倍甚至几十倍，瞬间产生非常大的热量，使得线路的温度急剧上升，大大超过了线路正常工作时的发热量。同时，在短路点易产生强烈的火花和电弧，不仅能使绝缘层迅速燃烧，而且能使金属熔化，引起附近的易燃、可燃物燃烧，造成火灾。

3、过负荷火灾

过负荷是指当电气设备过载，使得导线中通过的电流超过了安全载流量的现象。此时导线的温度不断升高，易烧坏绝缘层导致火灾。

4. 接触不良火灾

导线与导线、导线与开关、导线与电气设备等连接的地方都有接头，在接头的接触面上形成的电阻称为接触电阻。当有电流通过时，接头处会发热。若接头接触良好，此时接触电阻不大，则产生的热量就很少；若接头中因杂质、连接不牢靠或其他原因导致接触不良，此时接触电阻过大，则产生较大的热量，形成高温，易使导线的绝缘层燃烧，并引燃附近的可燃物或导线上积落的粉尘、纤维等，

从而造成

二、电 防措施

了解
预防措施
气火灾事
选用电气
虑以下几



二氧化碳灭火器



干粉灭火器

火灾。
气火灾的预

电气火灾的
对于预防电
故十分必要，
设备时应考
点：

1、选择合适的导线和电气设备。当电气设备增多或额定功率较大时，应及时更换原有线路中的导线及插座等有关设备。

2、选择合适的保护装置。在线路中安装漏电保护器、断路器等保护装置能有效预防线路过载或过热等情况。

3、选用绝缘性能好的导线。对于热能电器，应选用石棉织物护套线绝缘。

4、提高接头连接质量。电路中的接头处应连接牢靠，接触良好，防止短路。

除了做到以上措施外，平时应注意电气设施的工作情况。

电气火灾发生前都有一种前兆，要特别引起重视。当电线因过热而烧焦绝缘外皮时，空气中会弥漫着一种燃烧橡胶皮或塑料的难闻气味。所以，当闻到这种气味时，首先应该想到可能是电气方面原因引起的，应立即拉闸停电，直到查明原因，妥善处理，才能合闸送电。

三、电气火灾的灭火方法

1、首先切断电源以免触电，同时避免电气设备与线路短路扩大，导致火势蔓延。

2、抢救处于火灾区域内的电气设备时应使用绝缘工具，避免因设备绝缘能力降低而触电。

3、使用沙土或干粉、二氧化碳等不导电的灭火器扑灭电气火灾。同时要注意，灭火人员切勿让身体或灭火器接触带电导线或电气设备，以防触电。

4、若不能及时灭火，应立即拨打 119 报警。

四、灭火器的认识

五、消防设备、器材及标志



六、扑救火灾时应遵循以下原则：

1、发现火情，沉着镇定。发现起火时，首先要保持沉着冷静，理智分析火情。如果是在火灾的初期阶段，燃烧面积不大，可考虑自行扑灭。如果火情发展较快，应迅速逃离现场，并向外界寻求帮助。

2、扑灭小火，争分夺秒。当刚发生火灾时，应争分夺秒，奋力将小火控制、扑灭；千万不要惊慌失措、乱叫乱窜，置小火于不顾而酿成大灾。

3、大声呼救，及时报警。一旦发现火情，在积极扑救的同时，应及时报警。拨打火警电话 119 时，电话接通后要首先确认是否为消防队，得到肯定回答后，即可报警。报警时，应将起火单位及其地址，起火物品和火势大小，是否有人被困等情况报告清楚，并讲清报警人的姓名、所用电话的号码。

4、检查实训场所、教学大楼和宿舍的电路和电器是否存在火灾隐患，并提出相应的预防措施。

5、电气火灾，断电第一。一般电气线路、电器设备的火灾，首先应切断电源，然后再考虑扑救措施。只有确定电路或电器断电时，才可用水扑救，在没有采取断电措施前，切勿用水或泡沫灭火剂进行灭火。对于电视机、微波炉等电器火灾，应在断电后先用棉被、毛毯等覆盖住起火电器，防止电器着火后爆炸伤人，

然后将水浇在其上的棉被、毛毯上，彻底进行灭火。

6、房间着火，门窗慎开。如果封闭的房间起火，当发现浓烟和火焰时，应立即盛水浇灭火焰，切勿打开门窗。因为门窗一开，房间里的空气就会与室外的空气形成对流，助长火势蔓延。

7、火势凶猛，撤退求援。如果火势越烧越大，参加灭火的人员应迅速撤离火场，等待消防人员前来救援。

七、灭火器的使用

1、首先用手握住灭火机的提环，平稳、快捷地提往火场，（不要横扛、横拿）。

2、灭火器先晃动几下瓶身使瓶内干粉松动，然后拔下保险销。

1. 拔出保险销



3、左手拖住瓶底，右手握住把手，按下压把。

2. 按下压把



4、对准火焰根部喷射，直至火焰熄灭。

3. 对准火焰根部扫射



注意事项：

- 1、不要将灭火器的盖与底对着人体，防止盖、底弹出伤人。
- 2、不要与水同时喷射在一起，以免影响灭火效果。
- 3、扑灭电器火灾时，尽量先切断电源，防止人员触电。
- 4、灭火时，人员应站在上风处。离火源处约 2-5m 距离。
- 5、持喷筒的手应握在胶质喷管处，防止冻伤。（二氧化碳类）
- 6、室内使用后，应加强通风。

计划:

请以小组为单位，每个同学分别设计一份版面格式，根据信息资源，确定板报中所用的内容，再小组共同确定出最终的板报方案。

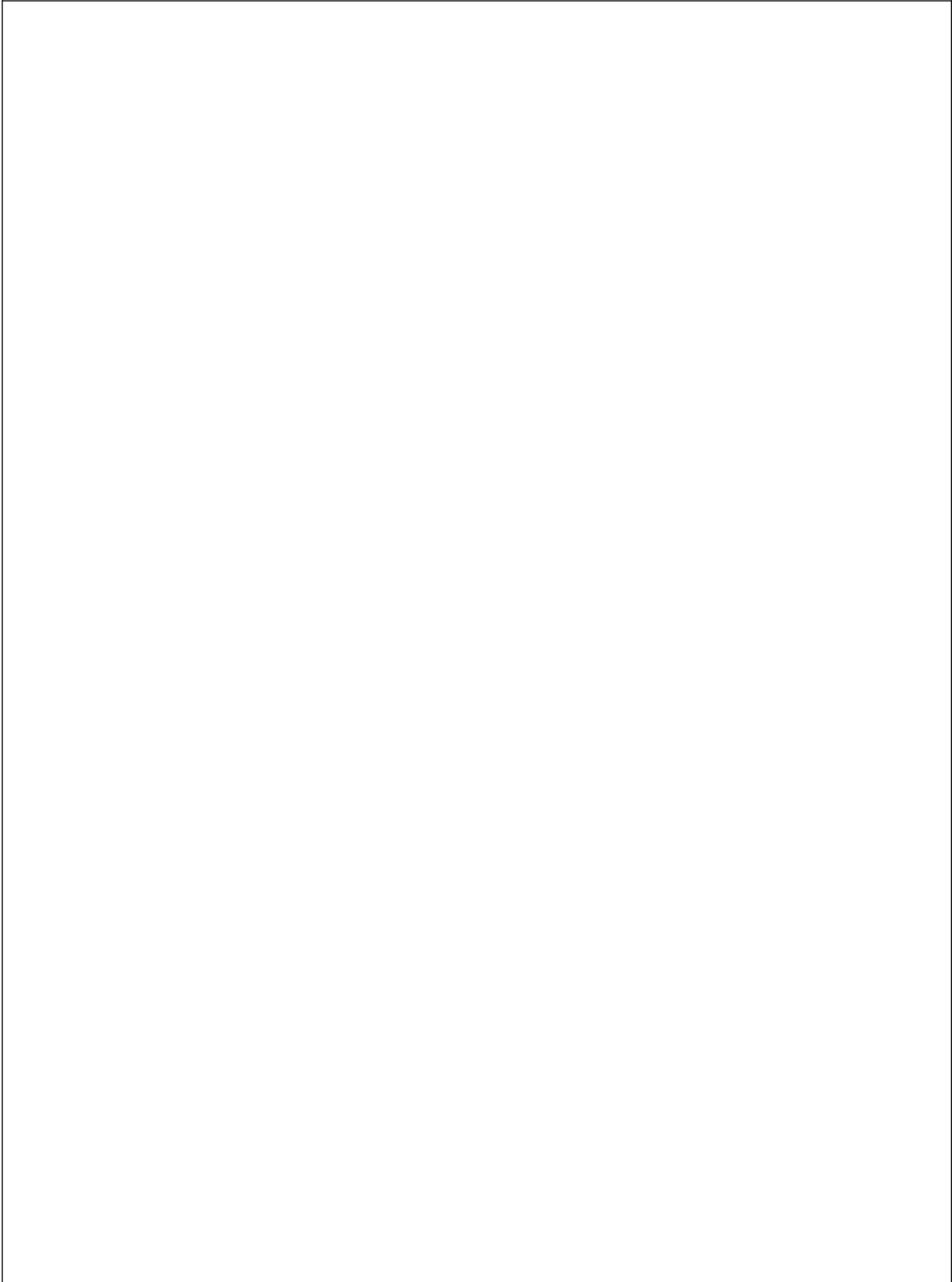
实施:

请各小组按照计划阶段确定的方案，完成板报的制作。
练习灭火器的使用。

评价:

组别:		任务:			日期:	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果展示	总分

备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。



学习情境	学习情境 1.3 自动化生产线 能量流分析	任务	1.3.4 电源模块
授课班级	21 级机制班	授课学时	6 学时

任务:

下图是一些电气设备上的电源开关模块，请对其进行全面研究，并完成以下具体任务。



具体任务:

- 1、该组件由哪些元件组成？
- 2、这些元件字母符号、电路符号和功能分别是什么？

元件名称	字母符号	电路符号	作用

- 3、请描述空气开关和熔断器的功能差异和应用场合。

- 4、空气开关与漏电保护器有什么不同？
- 5、请用图示形式展示漏电保护的型号及各参数的含义。
- 6、漏电保护如何选择？家庭配电箱如何选用空气开关或者漏电保护？
- 7、熔断器如何选择？并举例说明。

信息:

老师播放相关视频。

计划:

请以小组为单位进行讨论，制定工作计划。

实施:

请以小组为单位共同完成以上任务。

评价:

组别:		任务:			日期:	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果展示	总分

备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。

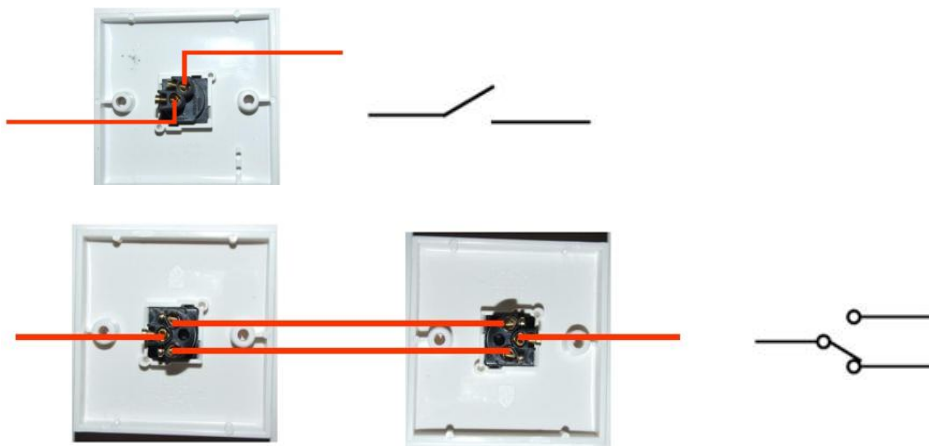
学习情境	学习情境 1.3 自动化生产线 能量流分析	任务	1.3.5 家庭电路
授课班级	21 级机制班	授课学时	10 学时

任务：

某一室一厅住户，家里需要 200W 彩色电视机一台，150W 洗衣机一台，500W 电烫斗一个，200W 电冰箱一台，1000W 电饭锅一个，1000W 空调一匹，客厅 40W 日光灯一个，卧室 10W 日光灯一个。请你通过计算，为该住户选择合适的电能表、漏电保护、空气开关及导线，并设计安装其照明电路，其中卧室灯要求在进门和床头都可以对其进行控制，并且要在进户前安装电能表。

信息：

一、单联开关



二、灯座



螺口灯座

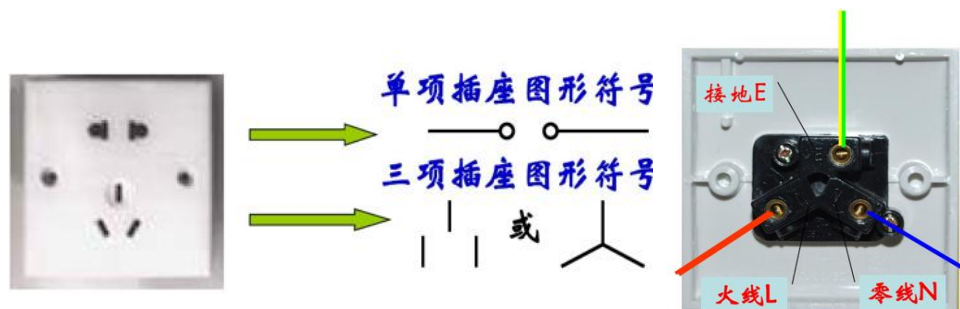


卡口灯座

对于螺口灯座：火线必须与灯座上连通中心簧片的接线柱相接，以防换灯泡

时手触摸到螺纹部分而触电。

三、插座



对于单项插座通常按左零右火的接法来接；三项插座按上地左零右火的接法来接。

四、导线

1. 导线的识别

BV、BVR和RV都是单芯线。

BVR是好多股铜丝绞在一起的单芯线，是软线。

RV是更多股铜丝绞在一起的单芯线，也是软线。家装一般不用。

BV是一根铜丝的单芯线，也叫硬线，BVR比BV贵5%左右。

BVVB是硬护套线，也就是两根或者三根BV线用护套套在一起。

BVV是两芯线。

BVVB是三芯线。

RVV是软护套线，就是两根三根或者四根RV线用护套套在一起。

2. 导线平方数

几平方是国家标准规定的一个标称值，电线平方数是装修水电施工中的一个口头用语，常说的几平方电线是没加单位，即平方毫米。电线的平方实际上标的是电线的横截面积，即电线圆形横截面的面积，单位为平方毫米。

我国统一规定的导体横截面有0.5、0.75、1、1.5、2.5、4、6、10、16、25、35、50、70、95、120、150等等。

3. 导线的测量

(1) 测量工具

使用游标卡尺和千分尺测量。

(2) 测量方法

1) 单股导线的测量方法

2) 多股导线的测量方法：

(3) 测量步骤

1) 选取一段导线，清除绝缘层，并拉直。

2) 根据粗、细选择测量方法。

3) 测量线径

4) 计算导线截面积:

$$\text{单股 } s=0.785D^2$$

$$\text{多股 } s=0.785nd^2 \quad (n \text{ 为股数, } d \text{ 为单股导线的直径})$$

4. 导线颜色的选择

类别	颜色标志	线别
三相电	黄色	相线
	绿色	相线
	红色	相线
	浅蓝色	零线(中性线)
保护接地(接零) 中性线(保护零线)	绿/黄双色	保护接地(接零) 中性线(保护零线)
供单相	红色	相线
	浅蓝色	零线

5. 导线截面的选择

导线的截面积越大, 允许通过的安全电流就越大。在同样的使用条件下, 铜导线比铝导线可以小一号。

在选择导线的截面时, 主要是根据导线的安全载流量(最大电流)来选择导线的截面。

在选择导线时, 还要考虑导线的机械强度。

有些负荷小的设备, 虽然选择很小的截面就能满足允许电流的要求, 但还必须查看是否满足导线机械强度所允许的最小截面, 如果这项要求不能满足, 就要按导线机械强度所允许的最小截面重新选择。

估算口诀: (铝芯绝缘线载流量与截面的倍数关系)

10下五, 100上二,

25、35, 四、三界, .

70、95, 两倍半。

穿管、温度, 八、九折。(穿管根数2、3、4; 8、7、6折满载流)

裸线加一半。

铜线升级算。

说明:

1) 口诀对各种截面的载流量(安)不是直接指出的, 而是用截面乘上一定的

倍数来表示。

求：截面为6平方毫米时，载流量为多少安？

截面为150平方毫米时，载流量为多少安？

2) 后面三句口诀便是对条件改变的处理。

“穿管、温度，八、九折”是指：若是穿管敷设（包括槽板等敷设、即导线加有保护套层，不明露的），计算后，再打八折；

若环境温度超过25℃，计算后再打九折；

若既穿管敷设，温度又超过25℃，则打八折后再打九折，或简单按一次打七折计算。

例如：铝芯绝缘线

10 平方毫米的，穿管(八折)：40 安($10 \times 5 \times 0.8 = 40$)，高温(九折)：45 安($10 \times 5 \times 0.9=45$ 安)。

穿管又高温(七折)：35 安($10 \times 5 \times 0.7=35$)

3) 口诀指出“裸线加一半，铜线升级算”，即裸线计算时要加一半的载流量；铜导线的的截面排列顺序提升一级，再按相应的铝线条件计算。

16平方毫米铜绝缘线，按25平方毫米铝绝缘的相同条件，计算为100 安(25×4)。

说明：（铝导线选择的另一种口诀）

二点五下乘以九，往上减一顺号走。

三十五乘三点五，双双成组减点五。

条件有变加折算，高温九折铜升级。

穿管根数二三四，八七六折满载流。

说明：“二点五下乘以九，往上减一顺号走”说的是 2.5mm^2 及以下的各种截面铝芯绝缘线，其载流量约为截面数的9倍。如 2.5mm^2 导线，载流量为 $2.5 \times 9 = 22.5(\text{A})$ 。从 4mm^2 及以上导线的载流量和截面数的倍数关系是顺着线号往上排，倍数逐次减1，即 4×8 、 6×7 、 10×6 、 16×5 、 25×4 。

“三十五乘三点五，双双成组减点五”，说的是 35mm^2 的导线载流量为截面数的3.5倍，即 $35 \times 3.5 = 122.5(\text{A})$ 。从 50mm^2 及以上的导线，其载流量与截面数之间的倍数关系变为两个两个线号成一组，倍数依次减0.5。即 50 、 70mm^2 导线的载流量为截面数的3倍； 95 、 120mm^2 导线载流量是其截面积数的2.5倍，依次类推。

“条件有变加折算，高温九折铜升级”。上述口诀是铝芯绝缘线、明敷在环境温度 25°C 的条件下而定的。若铝芯绝缘线明敷在环境温度长期高于 25°C 的地区，导

线载流量可按上述口诀计算方法算出，然后再打九折即可；当使用的不是铝线而是铜芯绝缘线，它的载流量要比同规格铝线略大一些，可按上述口诀方法算出比铝线加大一个线号的载流量。如16mm²铜线的载流量，可按25mm²铝线计算。

铜线每平方毫米6安培。铝线是每平方毫米5安培(仅供快速估算)。

五、电能与功率

1. 电能表

(1) 作用是电能计量装置的核心，是计量负载消耗的或电源发出的电能。

(2) 型号及铭牌

(3) 电能的计算

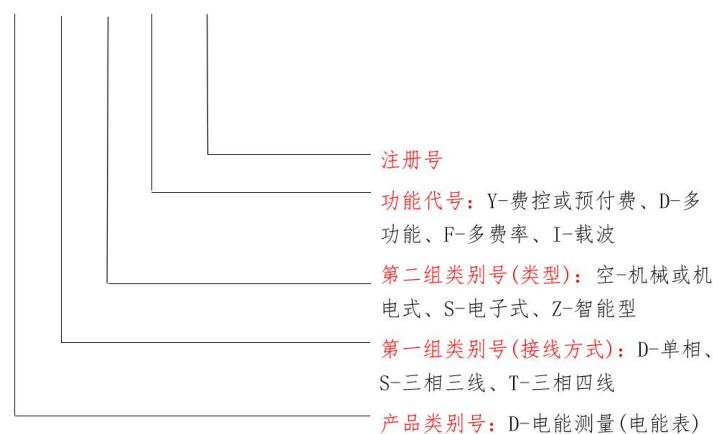
$$W = pt = UI t \text{ (让学生估算教室照明电路的电能)}$$

讲解能量转换。

(4) 电能表的选择 (计算电路负荷)

2. 电能表的型号

□ □ □ □ XX
D D Z Y 28



3. 电能表的规格有: 2.5(10)A, 5(20)A, 5(30)A, 10(40)A, 15(60)A, 20(80)A, 30(100)A。

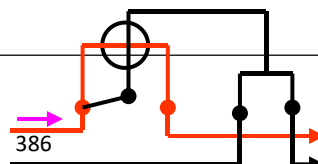
4. 电能表的选择

住宅总负荷电流计算方法

总负荷电流=用电量最大的1~2台(或2~3台)家用电器的额定电流+同期系数×(其余用电设备的额定电流之和)

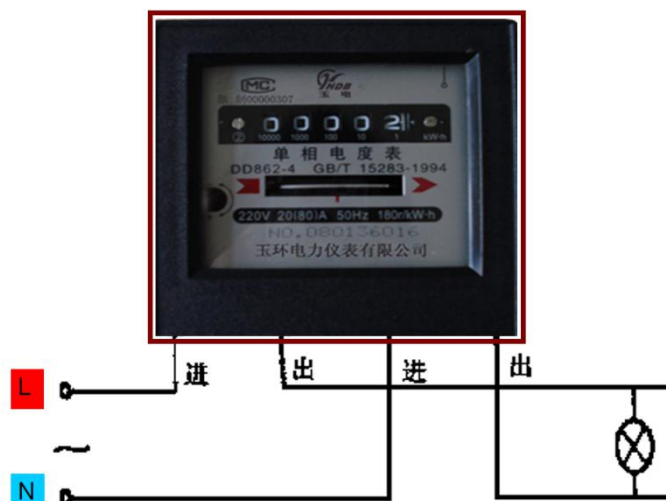
同期系数Kc: 用电设备的同期使用率。可取0.4~0.6, 家用电器越多、住宅面积越大、人口越少, 此值越小; 反之, 此值越大。

5. 电能表的符号



6. 电能表的安装

火线1进2出；零线4进3出。



完成本任务之前，需要掌握一些必要的信息，请通过回答以下问题，完成任务信息的收集工作

1、开双控开关如何接线？

2、单相电能表如何接线？

3、单相电能表如何选择？

计划：

请以小组为单位进行讨论，制定工作计划。

实施：

请各组按照所制定的计划完成安装任务。

注意：

合理安排时间并记录实际使用时长；

小组成员应合理分工，责任到人，完成器件选型、器件安装、线路连接、程序编写、系统调试等任务，并完成下述表格。

1. 材料清单

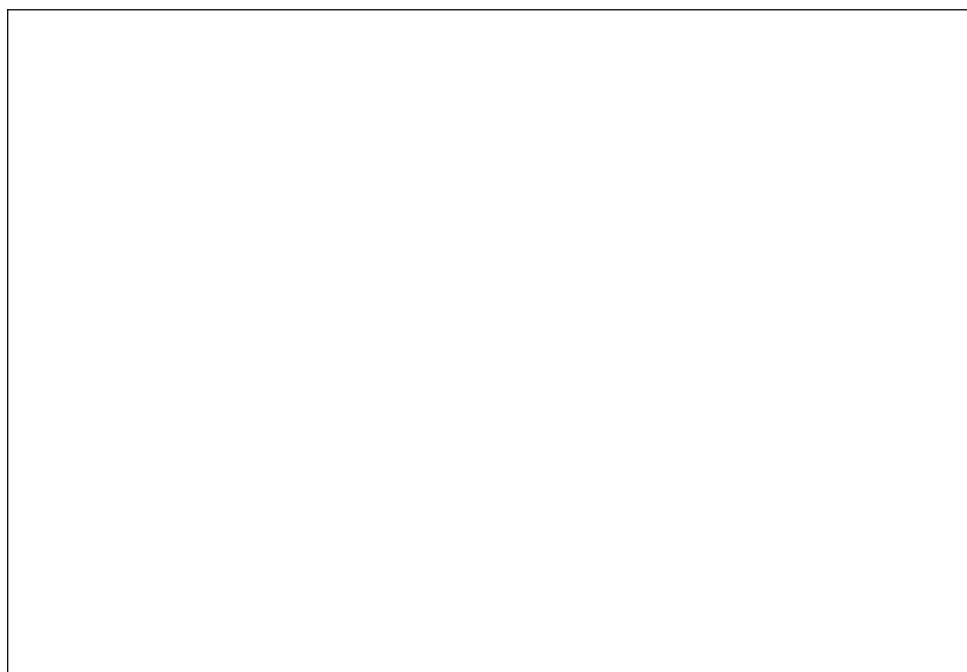
姓名：		小组成员：			
任务：		领取日期：			
序号	名称（型号）	规格	数量	安全注意事项	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

2. 工具清单

序号	名称	规格	数量	备注
1				
2				

3				
4				
5				

3. 电路图



4、元件布置图

5. 电路的安装

在完成电路安装过程中，把遇到的问题和解决方法记录在下面表格中。

	故障现象	故障原因	解决方法	备注
问题 1				
问题 2				
问题 3				

五、检查

启动检查

姓名:		日期:	
任务:			
序号	检查项目	存在缺陷	附注
1	器件选择是否合理	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
2	电路图、元件布置图是否正确	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
3	导线选色是否正确	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
4	导线剥线有无破损	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
5	导线压线有无露铜	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
6	导线连接是否牢固	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
7	线路直线部分是否平直	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
8	线路转角是否平滑	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
9	插座连线是否正确	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
10	灯口接线是否正确	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
10	电器元器件是否损坏	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
11	熔断器是否接火线	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
12	火线是否进开关	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
13	双控开关的连接是否正确	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
14	荧光灯与启辉器连接是否正确	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
15	荧光灯与镇流器连接是否正确	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
16	电能表的连接是否正确	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	
17	能否实现控制要求	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
附注:			

评价:			

组别:		任务:			日期:	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果展示	总分
<p>备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。</p>						

学习情境	学习情境 1.3 自动化生产线 能量流分析	任务	1.3.6 能量流分析
授课班级	21 级机制班	授课学时	8 学时

任务：

某企业刚购进一台自动化生产线装置，不太了解能量的传输和转换过程，希望你能给企业员工进行详细的能量流分析。

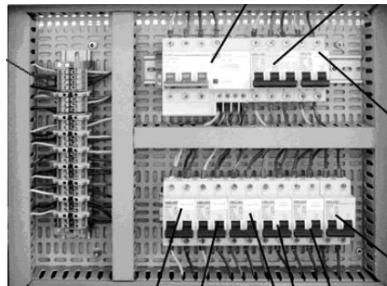


具体任务：

1、气源处理装置由哪几部分构成？各起什么作用？



2、YL-335B 电源箱由哪几部分电源保护组成？



3、开关电源起什么作用？



- 4、分析供料单元气压能量流，绘制气压能量流框图。
- 5、分析供料单元电压能量流，绘制电压能量流框图。
- 6、分析加工单元气压能量流，绘制气压能量流框图。
- 7、分析加工单元电压能量流，绘制电压能量流框图。
- 8、分析分拣单元气压能量流，绘制气压能量流框图。
- 9、分析分拣单元电压能量流，绘制电压能量流框图。
- 10、分析输送单元气压能量流，绘制气压能量流框图。
- 11、分析输送单元电压能量流，绘制电压能量流框图。

信息：

师生共同复习回顾学习情境 1——自动化生产线功能及工作过程、电源保护模块。

计划:

请以小组为单位进行讨论，制定工作计划。

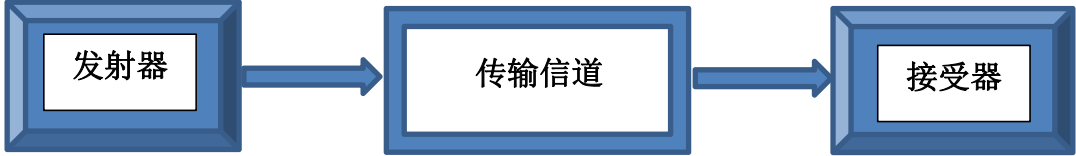
实施:

请以小组为单位按照制定的工作计划实施，最终形成演示报告。

评价:

组别:		任务:			日期:	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果展示	总分

备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。

学习情境	学习情境 1.5 自动化生产线的信号流功能分析																	
授课班级	21 级机制班	授课学时	12 学时															
<p>工作任务：</p> <p>在信息传输过程中，由发射信号端（发射器）、接受信号端（接收器）和传输信道三部分构成。发射器和接收器可以是人也可以是器件，在 YL-335B 实训装置中，有些器件是发射信号的，有些器件是接受信号的，而有些器件是传输信号的。请识别这些器件并将它们归类，并分析各工作单元的信号传输情况。</p>																		
																		
<p>具体任务：</p> <p>1、请写出供料单元以下三种通信形式。</p>																		
人与器件通信																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">发射器（什么信息）</th> <th style="width: 33%;">传输信道（谁来传输）</th> <th style="width: 33%;">接受器（谁来接受）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>启动供料单元</td> <td>启动按钮</td> <td>PLC</td> </tr> <tr> <td>调节气压</td> <td>调节阀旋钮</td> <td>气压调节阀</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）	启动供料单元	启动按钮	PLC	调节气压	调节阀旋钮	气压调节阀						
发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）																
启动供料单元	启动按钮	PLC																
调节气压	调节阀旋钮	气压调节阀																
器件与人通信																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">发射器（什么信息）</th> <th style="width: 33%;">传输信道（谁来传输）</th> <th style="width: 33%;">接受器（谁来接受）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>料仓是否有物料</td> <td>物料有无检测传感器</td> <td>灯亮有物料、灯灭无物料</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）	料仓是否有物料	物料有无检测传感器	灯亮有物料、灯灭无物料									
发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）																
料仓是否有物料	物料有无检测传感器	灯亮有物料、灯灭无物料																

器件与器件通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）
供料口是否有物料	出料台物料检测传感器	有物料，供料单元不供料 无物料，供料单元供料

2、绘制供料单元信号传输框图。

3、请写出加工单元以下三种通信形式。

人与器件通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

器件与人通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

器件与器件通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

4、绘制加工单元信号传输框图。

5、请写出分拣单元以下三种通信形式。

人与器件通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

器件与人通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

器件与器件通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

6、绘制分拣单元信号传输框图。

7、请写出输送单元以下三种通信形式。

人与器件通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

--	--	--

器件与人通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

器件与器件通信

发射器（什么信息）	传输信道（谁来传输）	接受器（谁来接受）

8、绘制输送单元信号传输框图。

信息：

老师讲解信息传输系统的组成及各部分的作用，并举例。

计划:

请以小组为单位进行讨论，制定工作计划。

实施:

请以小组为单位共同完成以上任务。

评价:

组别:		任务:			日期:	
小组成员	团队能力	信息	计划	实施	结果演示	总分

备注：评分包含团队能力（20%）、信息（20%）、计划（20%）、实施（20%）、结果演示（20%）。