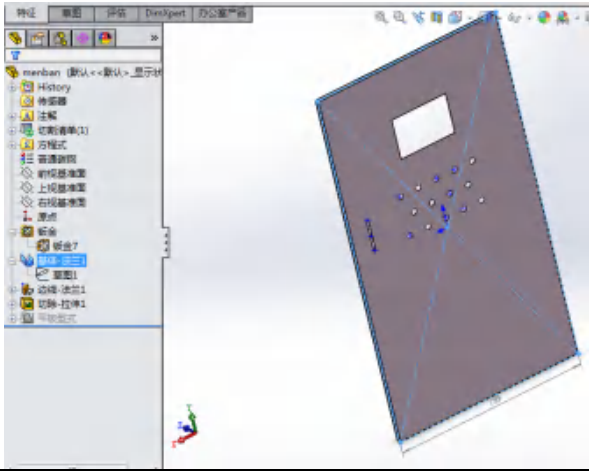
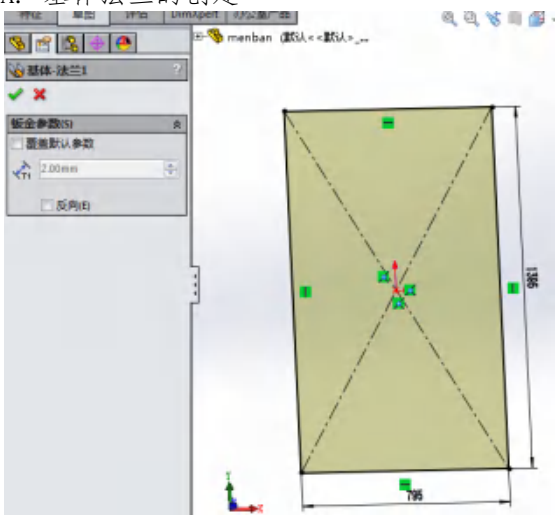
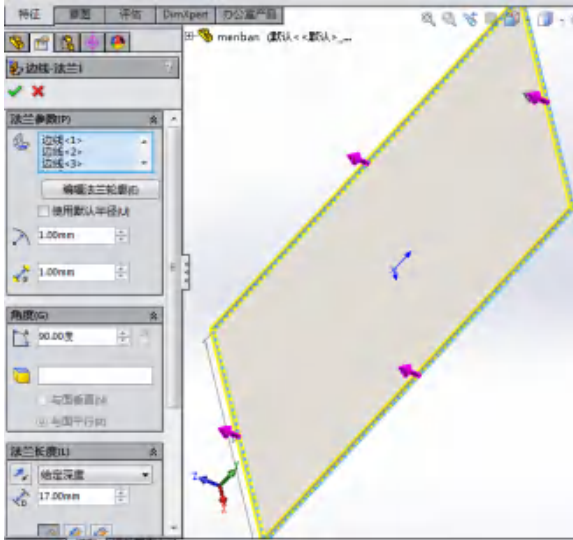


教学过程与内容表			课程名称	系统建模技术与应用	
			本次名称	基础钣金设计	
课程总学时	64	总学分	3		
本讲(次)学时	2	课程负责人	陈丽娟	总 32 讲	第 13 讲
主教材	工业机器人工作站系统建模. 双元教育主编. 高等教育出版社				
辅助教材	Solidworks 基础教程 杨瑛主编 机械工业出版社				
序号	教法	流程内容	用时(分钟)	教学资源(工具)	
		基础钣金设计	90	主要以上机实际操作为主 (其它资源的运用分别做好链接)	
1	告知(教学任务)	<p>提出本次课的学习任务: 提出本次课的学习任务: 能够熟练使用基体法兰、边线法兰、斜接法兰特征, 能够完成零件的建模。</p> 	5	机房教学系统	
2	项目引入(任务项目)	<p>(1). 课前的视频学习。 (2). 给出本次课的任务。要求学生在做任务的同时, 熟练掌握相关命令的使用。</p>	5	视频课件、投影展示学生设计成果	

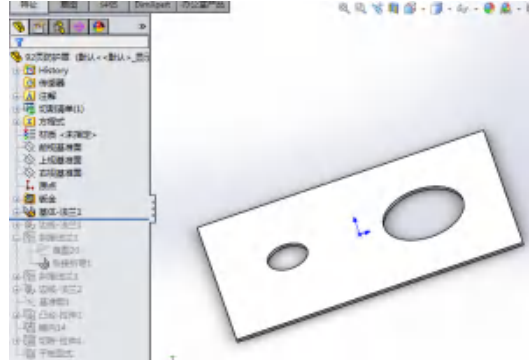
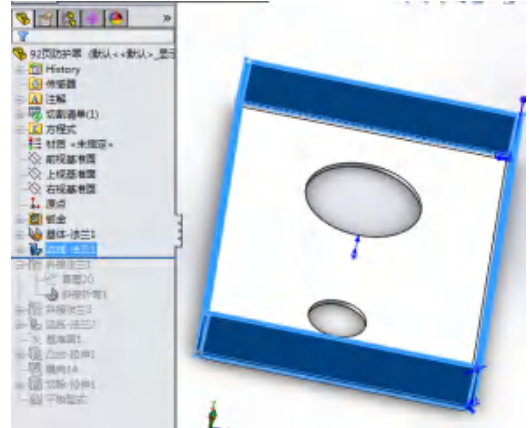
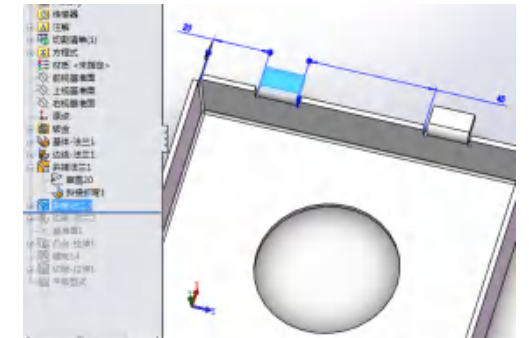
<p>3</p> <p>项目分析（指令讲解）</p>		<p>(1). 用教师机演示绘图步骤、需要掌握的知识点。提示学生命令调用之后注意观察命令栏的提示内容。</p> <p>A. 基体法兰的创建</p>  <p>B. 边线法兰的创建</p> 	<p>25</p>	<p>计算机 Solidworks 软件 机房教学系统</p>
		<p>(2). 学生了解界面后，通过教师演示等方法，启发学生完成建模练习。</p>		
		<p>(3). 引导学生按照绘图步骤分析任务图形。</p>		

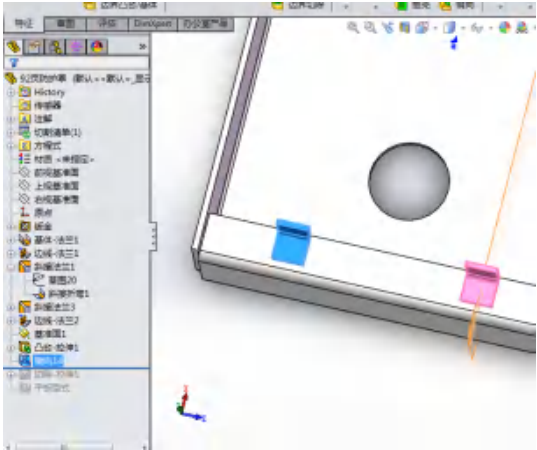
4	操练 (基本能力)	学生自主绘制任务图形。 教师巡回指导, 并对学生作业进行点评, 强调绘图注意事项。	45	展示典型学生作业
5	归纳 (知识和能力)	根据任务图形总结创建特征命令的使用方法及技巧。	5	机房教学系统
6	总结	(1). 总结学生出现的问题进行讲解。 (2). 检查学生任务完成结果, 表扬出色的学生。 (3). 通过学生端上交任务。	5	机房教学系统
展示作品				
课后体会				
总计			90	

《系统建模技术与应用》课程教学内容安排表

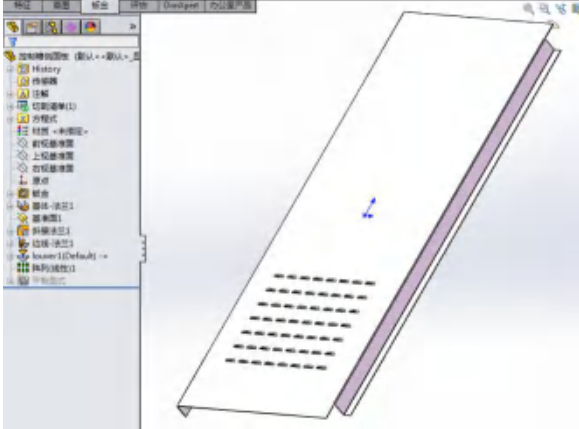
<b>教学过程与内容表</b>	课程名称	系统建模技术与应用
	本次名称	基础钣金设计 01

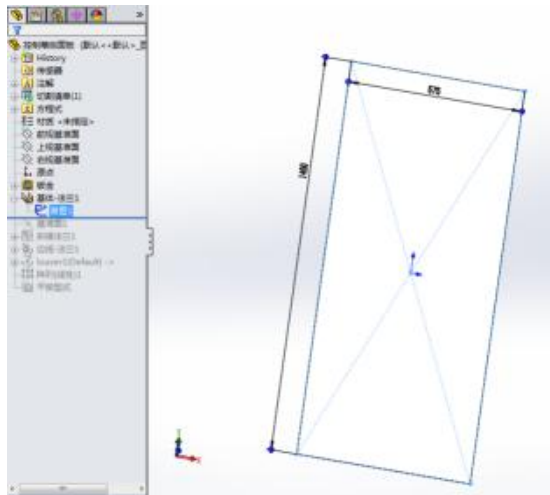
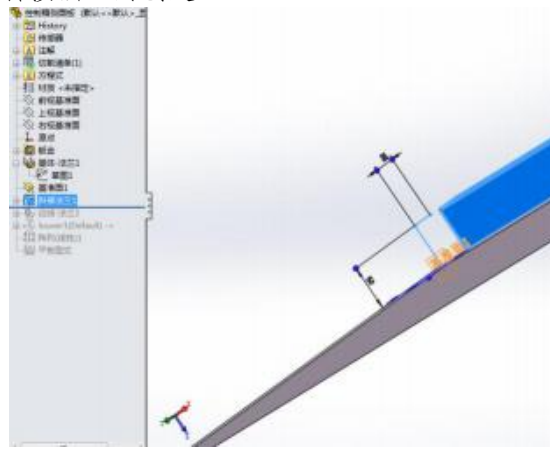
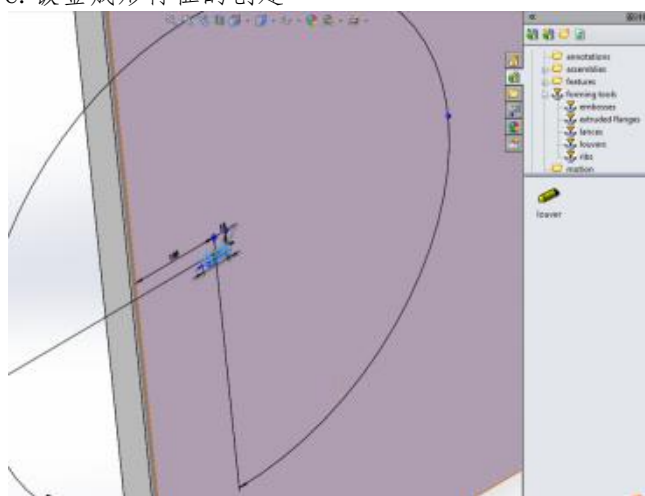
课程总学时	64	总学分	3		
本讲(次)学时	2	课程负责人	陈丽娟	总 32 讲	第 14 讲
主教材	工业机器人工作站系统建模. 双元教育主编. 高等教育出版社				
辅助教材	Solidworks 基础教程 杨瑛主编 机械工业出版社				
序号	教法	流程内容	用时(分钟)	教学资源(工具)	
		基础钣金设计 01	90	主要以上机实际操作为主 (其它资源的运用分别做好链接)	
1	告知(教学任务)	<p>提出本次课的学习任务: 提出本次课的学习任务: 能够熟练完成防护罩零件的建模。</p> 	5	机房教学系统	
2	项目引入(任务项目)	<p>(1). 课前的视频学习。 (2). 给出本次课的任务。要求学生在做任务的同时, 熟练掌握相关命令的使用。</p>	5	视频课件、投影展示学生设计成果	

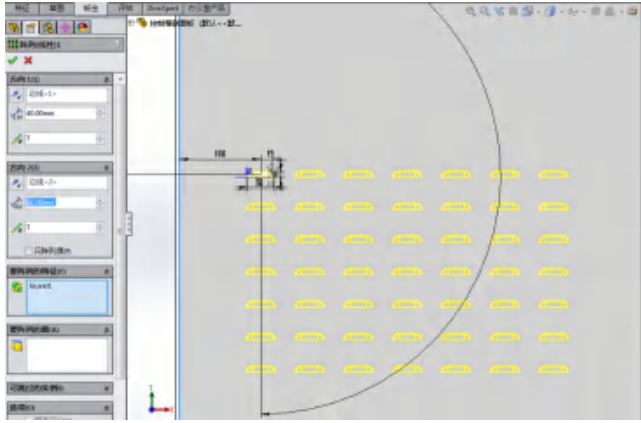
<p>3</p>	<p>项目分析 (指令讲解)</p>	<p>(1). 用教师机演示绘图步骤、需要掌握的知识点。提示学生命令调用之后注意观察命令栏的提示内容。</p> <p>A. 基体法兰的创建</p>  <p>B. 边线法兰的创建</p>  <p>C. 斜接法兰的创建</p> 	<p>25</p>	<p>计算机 Solidworks 软件 机房教学系统</p>
----------	------------------------	--	-----------	---

		<p>D. 镜像的创建</p>  <p>(2). 学生了解界面后，通过教师演示等方法，启发学生完成建模练习。</p> <p>(3). 引导学生按照绘图步骤分析任务图形。</p>		
4	<p>操练 (基本能力)</p>	<p>学生自主绘制任务图形。 教师巡回指导，并对学生作业进行点评，强调绘图注意事项。</p>	45	展示典型学生作业
5	<p>归纳 (知识和能力)</p>	<p>根据任务图形总结创建特征命令的使用方法及技巧。</p>	5	机房教学系统
6	<p>总结</p>	<p>(1). 总结学生出现的问题进行讲解。 (2). 检查学生任务完成结果，表扬出色的学生。 (3). 通过学生端上交任务。</p>	5	机房教学系统
展示作品				
课后体会				
总计			90	

《系统建模技术与应用》课程教学内容安排表

教学过程与内容表			课程名称	系统建模技术与应用	
			本次名称	钣金成形设计	
课程总学时	64	总学分	3		
本讲(次)学时	2	课程负责人	陈丽娟	总 32 讲	第 15 讲
主教材	工业机器人工作站系统建模. 双元教育主编. 高等教育出版社				
辅助教材	Solidworks 基础教程 杨瑛主编 机械工业出版社				
序号	教法	流程内容	用时(分钟)	教学资源(工具)	
		钣金成形设计——控制箱侧面板	90	主要以上机实际操作为主(其它资源的运用分别做好链接)	
1	告知(教学任务)	<p>提出本次课的学习任务: 提出本次课的学习任务: 能够熟练创建钣金成形特征完成控制箱侧面板零件的建模。</p> 	5	机房教学系统	
2	项目引入(任务项目)	<p>(1). 课前的视频学习。 (2). 给出本次课的任务。要求学生在做任务的同时, 熟练掌握相关命令的使用。</p>	5	视频课件、投影展示学生设计成果	

<p>3</p>	<p>项目 分析 (指令 讲解)</p>	<p>(1).用教师机演示绘图步骤、需要掌握的知识点。提示学生命令调用之后注意观察命令栏的提示内容。</p> <p>A. 基体法兰的创建</p>  <p>B. 斜接法兰的创建</p>  <p>C. 钣金成形特征的创建</p> 	<p>25</p> <p>计算机 Solidworks 软件 机房教学系 统</p>
----------	----------------------------------	--	--

		<p>D. 阵列的创建</p>  <p>(2). 学生了解界面后, 通过教师演示等方法, 启发学生完成建模练习。</p> <p>(3). 引导学生按照绘图步骤分析任务图形。</p>		
4	<p>操 练 (基 本 能 力)</p>	<p>学生自主绘制任务图形。 教师巡回指导, 并对学生作业进行点评, 强调绘图注意事项。</p>	45	<p>展示典型学 生作业</p>
5	<p>归 纳 (知 识和 能 力)</p>	<p>根据任务图形总结创建特征命令的使用方法及技巧。</p>	5	<p>机房教学系 统</p>
6	<p>总 结</p>	<p>(1). 总结学生出现的问题进行讲解。 (2). 检查学生任务完成结果, 表扬出色的学生。 (3). 通过学生端上交任务。</p>	5	<p>机房教学系 统</p>
<p>展 示 作 品</p>				
<p>课 后 体 会</p>		<p>问题: 成形特征在插入时基准面需重新选取</p>		
<p>总计</p>			<p>90</p>	

## 《认识智能小车软件及硬件》教学设计

项目一	认识智能小车软件及硬件	授课专业	机电一体化
授课班级	2018 机电一体化 3 班	授课人数	42 人
授课类型	一体化	教学地点	一体化实训室
使用教材	高教出版社 《单片机基础与应用》	授课内容	认识智能小车软件及硬件
学时	6		
教学目的 及要求	<p><b>知识目标：</b> 认识、掌握软件操作及使用。</p> <p><b>能力目标：</b> 1. 学会串口驱动程序安装。 2. 学会使用串口软件调试程序。</p> <p><b>情感目标：</b> 掌握单片机设计开发的软件使用，为后续内容学习打下基础。</p>		
教学重点	Keil C51 软件使用。		
教学难点	用串口软件调试程序		
教学方法	任务驱动、项目引导、案例分析、分组讨论		
教具准备	资源视频、多媒体课件、电脑、软件安装包，实验板、实验台、烙铁、尖嘴钳、镊子，元器件等。		
<b>教 学 过 程</b>			
<p><b>一、任务展示</b></p> <p>首先给同学们演示软件安装及操作方法，每组同学进行练习，通过练习过程中遇到的问题展开讨论和讲解。</p> <p><b>二、任务分析</b></p> <p><b>三、教学活动</b></p> <p>教师演示、学生分组练习，练习过程中遇到问题，确定解决方案。</p> <p><b>四、自主练习</b></p>			

按已预先分组讨论，提交讨论结果，抽取其中 1-2 组公布设计方案

## 五、理论知识讲解

### 一、Keil uVision2 IDE 软件简介

该软件是德国 KEIL 公司开发的 51 系列单片机 C 语言集成开发系统，也是目前最流行的开发 51 系列单片机的软件。可以在 KEIL 公司的网站 [www.keil.com](http://www.keil.com) 上获得该软件的安装包，对于 51 系列单片机开发来说掌握这一软件是必需的。

### Keil uVision2 IDE 软件安装

打开安装文件夹，点击 setup 文件夹，双击 setup.exe 进行安装。具体步骤如下：

第一步：选择 Install Support....全新安装：

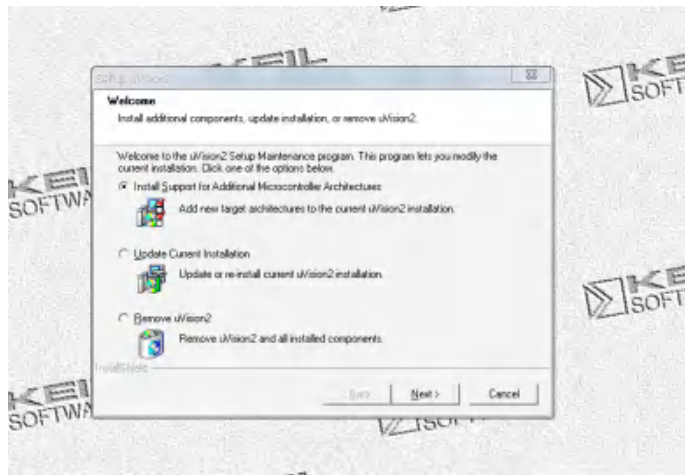


图 1-1 Keil C51 软件安装界面

第二步：选择 Full Version 安装：

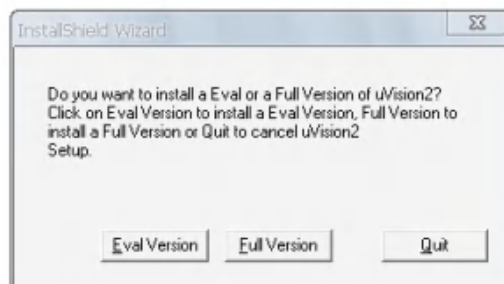


图 1-2 安装版本对话框

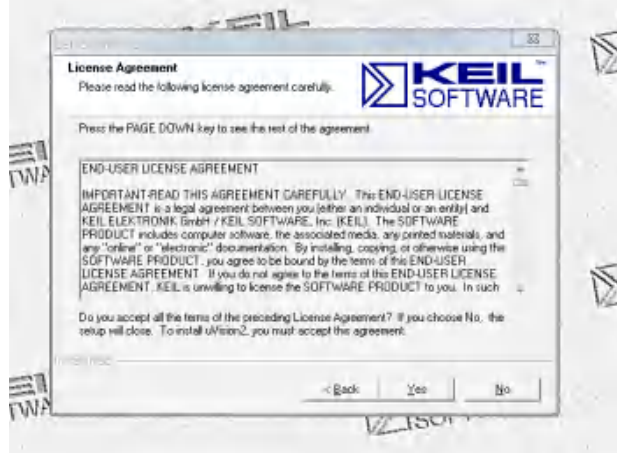


图 1-3 是否同意安装对话框

第三步：选择安装目录->Next

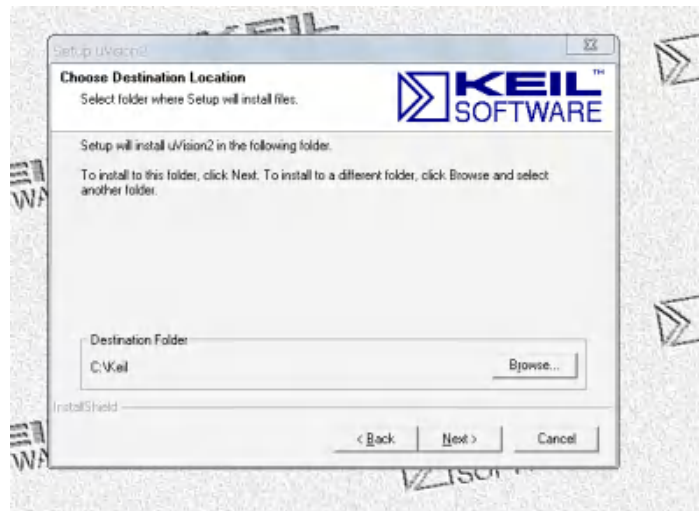


图 1-4 安装目录对话框

第四步：点击 Next，一直进行下去，等待进度条结束，直到安装完毕。

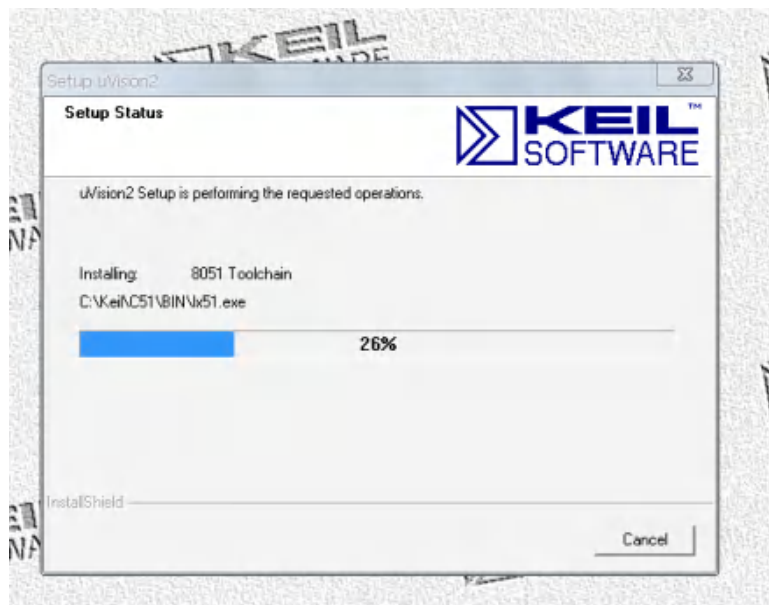


图 1-5 安装对话框

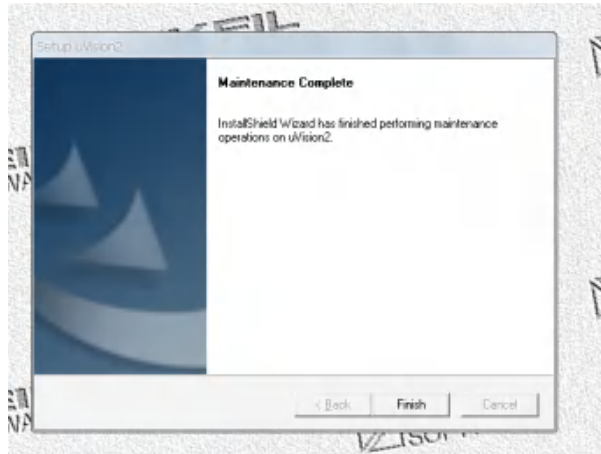


图 1-6 安装完成对话框

### 安装 USB 转串口线驱动软件

安装 USB 转串口驱动软件 HL-340。

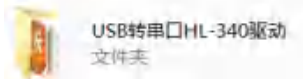


图 1-7 安装驱动软件

### STC-ISP 程序下载软件

该软件是一款免费程序下载软件，不需要专门的安装即可使用，非常方便。使用该软件，可以将 C 语言程序生成的可执行文件下载到智能车单片机上。使用时需要提前安装好 USB 转串口驱动程序 HL-340。

### 二、下载线及电源线连接

智能车程序通过连接到 PC 或者笔记本电脑的 USB 口上下载线来下载到开发板上的单片机内。如图 1-8 所示为下载线。下载线一端连接到 PC 或者笔记本电脑的 USB 口上，另一端连接到开发板上的程序下载口上。



图 1-8 程序下载线

### 给开发板和单片机进行通电检查

连接好下载线及电源线后，我们再次检查单片机底座上单片机引脚安插是否正确，芯片有半圆缺口的一端对应底座有 TEXTODL 字样的一端。如图 1-9 所示单片机底座正确安插单片机引脚。将开发板电

源键按下，电源指示灯点亮。

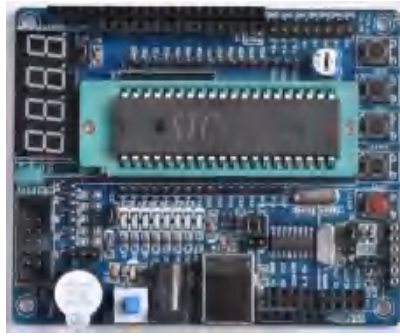


图 1-9 正确安插单片机引脚

由于电路板中使用的是 USB 转串口线，此时鼠标右击 PC 或者笔记本电脑桌面的“计算机”，打开“设备管理器”会观察到串口号 USB-SERIAL CH340 (COM2)，根据连接的计算机不同，串口号也不同。如图 1-10 所示。



图 1-10 串口号

### 三、创建、编辑第一个 C 程序

从桌面上双击  $\mu$ Vision 图标以启动该软件，出现如图 1-11 所示窗口。通过 Project 菜单中的 New Project 命令建立新的项目文件，过程如下。

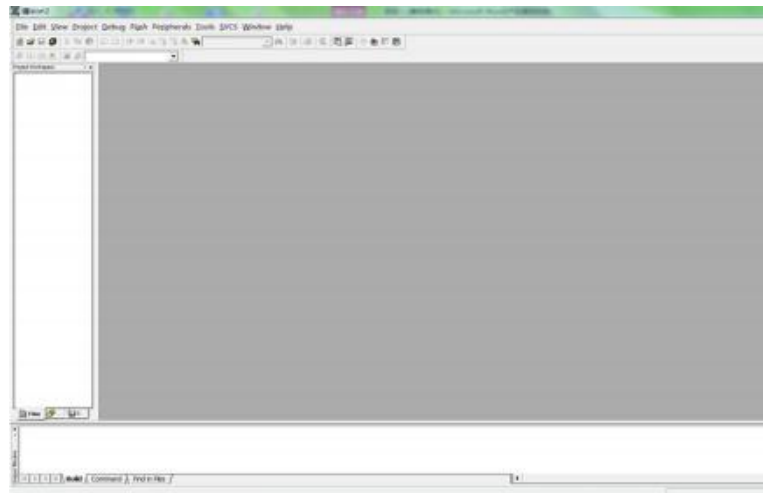


图 1-11 Keil uVision2 软件的集成开发环境

#### (1) 新建项目

单击菜单“Project”→“New Project”菜单，出现“Create New Project”（新建工程）对话框，如图 1-12 所示。在“保存在”下拉列表框中选择工程的保存目录，并在“文件名”文本框中输入

工程名(例如“ex1”),不需要扩展名,单击“保存”按钮,出现如图 1-13 所示“Select Device for Target 'Target1'”(为目标选择设备)对话框。

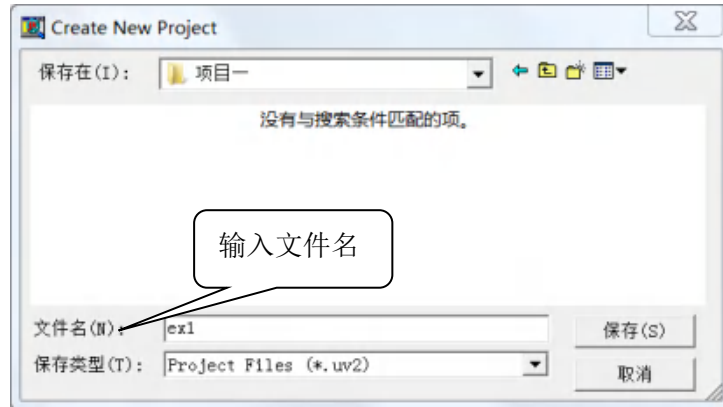


图 1-12 “Create New Project”对话框

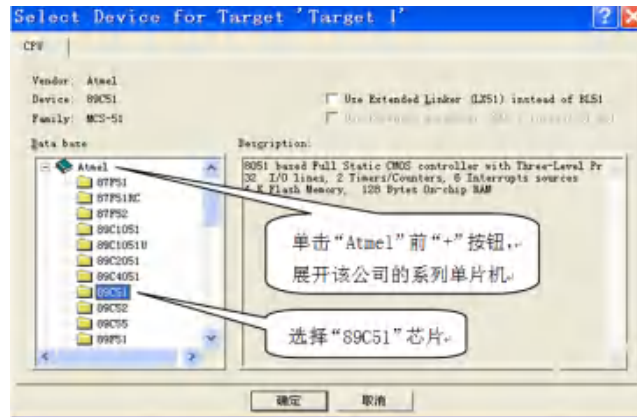


图 1-13 “Select Device for Target 'Target1'”对话框

设备选择结束后,点击“确定”按钮,会出现如图 1-14 所示的窗口,询问是否加载 8051 启动代码,在这里我们选择“否”,不加载。(如果选择“是”,对编辑程序没有任何影响。若感兴趣,可选择“是”,看看编译器加载了哪些代码。)之后在  $\mu$ Vision2 工作界面左边的项目管理器中新增加了一个“Target1”文件夹,如图 1-15 所示。

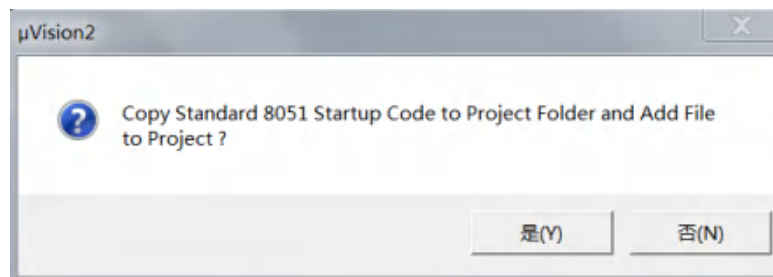


图 1-14 是否加载 8051 启动代码提示窗口

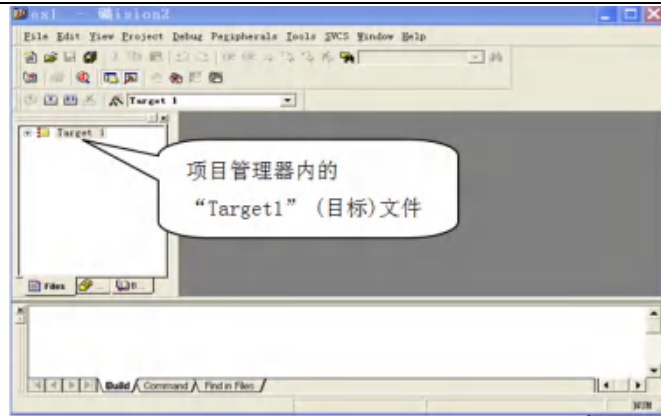



图 1-15 项目管理器中新增“Target1”文件夹

## (2) 新建源程序文件

项目文件“Target1”创建后，这时只是一个框架，紧接着需要向项目文件中添加程序文件内容。可以是已经建立好的程序文件，也可以是新建的程序文件。如果是建立好的程序文件，则直接用后面的方法添加；如果是新建立的程序文件，则先将程序文件.c 存盘后再添加。

单击菜单“File”→“New File”命令（或），新建一个默认名为“Text 1”的空白文档，编写第一个 C 语言源程序，如图 1-16 所示。

```
//程序： ex1.c

#include <reg51.h>    //包含头文件 reg51.h, 定义了 MCS-51 单片机的特殊功能寄存器

#include <uart.h>

void main()         //主函数
{
    uart_Init();    //串口初始化

    printf("Hello,this is a message from your intelligent vehicle\n");

    while(1);
}
```

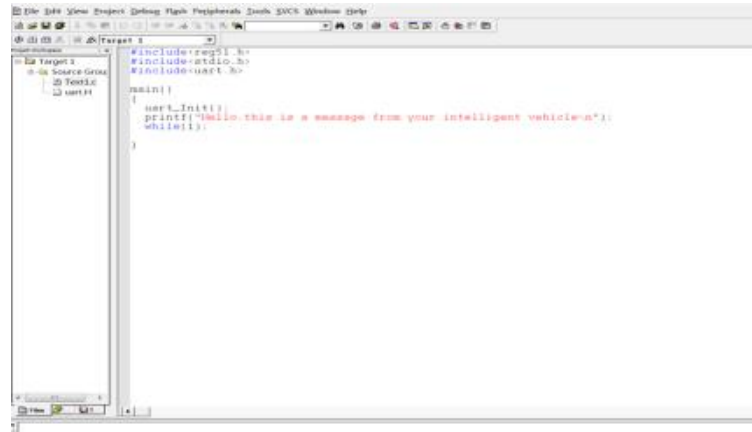


图 1-16 新建源程序文件

程序输入完毕后，单击“File”→“Save”命令，将其保存为“ex1.c”文件。

注意：源程序后缀“.c”必须手工输入，表示为C语言程序，让Keil C51采用对应C语言的方式来编译源程序。

#### 将新建的源程序文件加载到项目管理器

单击项目管理器中“Target1”文件夹旁边的“+”按钮，展开后在“Source Group 1”文件夹上单击鼠标右键，如图 1-17 所示，选择“Add Files to Group ‘Source Group 1’”命令，找到新建的“ex1.c”文件，然后单击“Add”按钮，“ex1.c”文件即被加入到项目中，单击“Close”按钮可以关闭该对话框。此时，在 Keil 软件的项目管理器的“Source Group 1”文件夹中可以看到新加载的“ex1.c”文件，如图 1-19 所示。

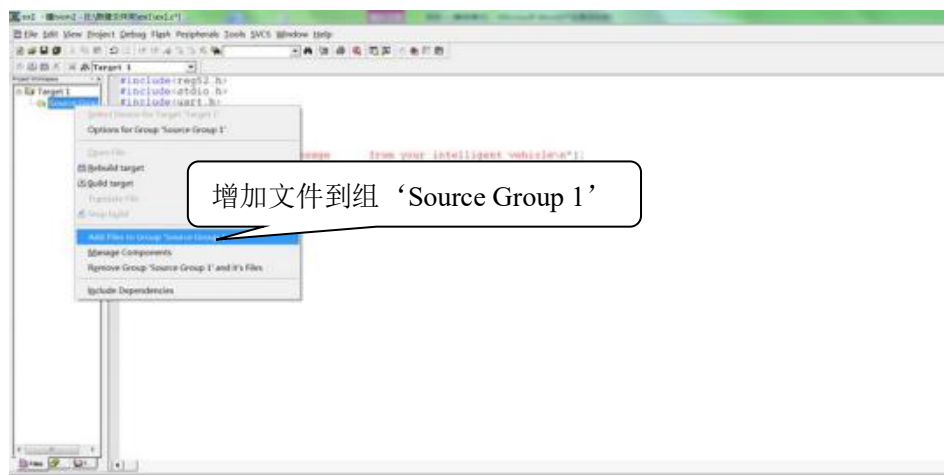


图 1-17 加载源程序文件的命令

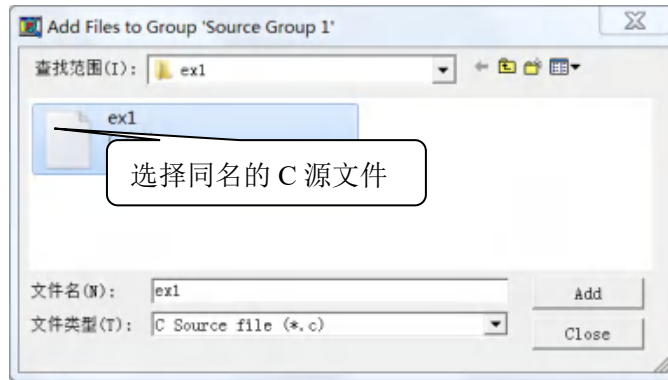


图 1-18 在对话框中选择要添加的文件

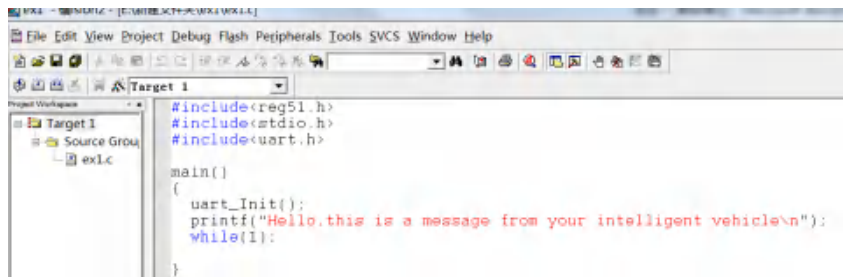





图 1-19 ‘Source Group 1’ 文件夹下出现加载的文件

因为 C 语言是一个非常庞大的系统，是为开发大型程序而准备的，要讲清楚 C 语言的第一个程序是如何工作的，即使是最小的一个程序，其框架结构也很复杂。

ex1 中第一行语句是 ex1.c 所包含的头文件。头文件在编译过程中是用来将下面程序中需要用到的标准数据类型和由 C 语言编译器提供的一些标准输入/输出函数、中断服务函数等包含进来，生成可执行代码。头文件也可以嵌套头文件，同时也可以直接定义一些常用的功能函数。

#### 四、编译第一个程序

单片机不能处理 C 语言程序，必须将 C 程序转换为二进制或十六进制代码，这个转换过程成为汇编或编译。Keil C51 软件本身带有 C51 编译器，可将 C 程序转换成十六进制代码，即\*.hex 文件。鼠标右键单击“Target 1”文件夹，从弹出快捷菜单中选择“Options for Target ‘Target’”命令，或者单击按钮 ，弹出如图 1-20 所示“目标 Target 1”属性对话框。该对话框有 8 个选项卡，默认打开的是“Target”选项卡，本书只需在“Output”选项卡中选中“Creat HEX File”复选框即可，最后单击“确定”按钮即完成设置。设计完成后单击按钮 ，或执行菜单“Project”→“Rebuild all target files”命令， 软件就开始对原程序“ex1.c”进行编译，如图 1-21 所示。

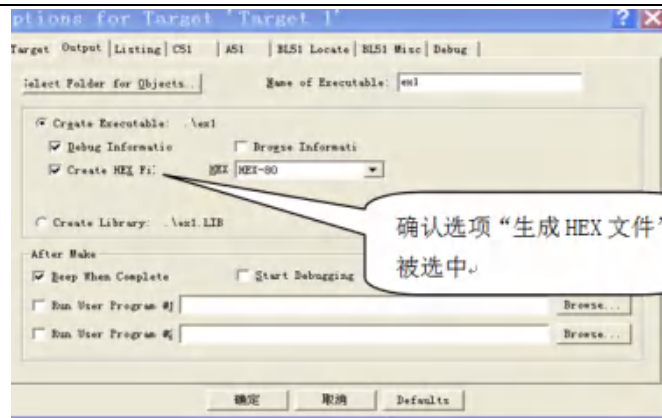


图 1-20 编译时生成十六进制文件“.hex”的设置

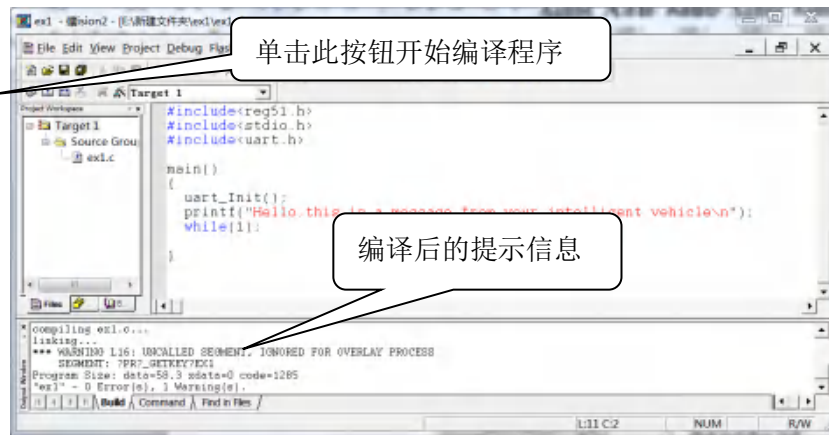


图 1-21 程序编译后的提示信息

### 五、下载可执行文件到单片机

单击 STC-ISP 下载软件图标，打开 ISP 下载软件窗口，如图 1-22 所示，并将通信参数设置成图中所示的参数。

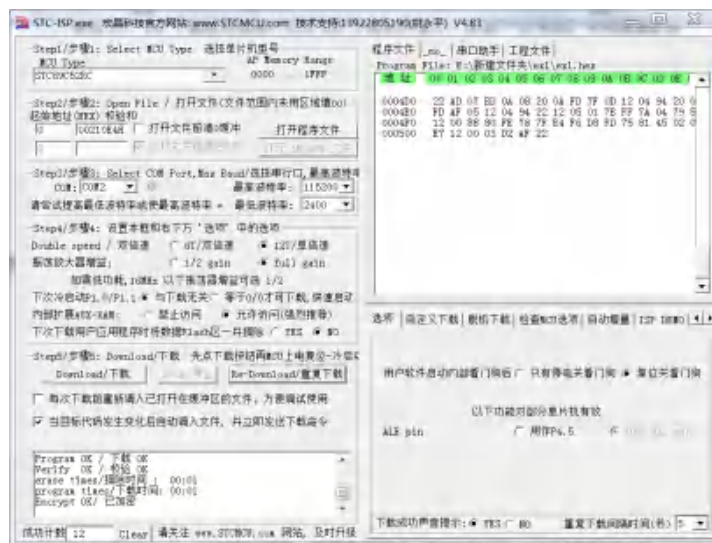


图 1-22 STC-ISP 下载软件窗口

1. 选择单片机型号“STC89C52RC”。
2. 打开程序文件“ex1.hex”文件。
3. 选择串行通信口“COM2”（串行通信口通过设备管理器查看）。最高波特率和最低波特率默认即可。
4. 点击“Download/下载”按键，根据提示操作，将可执行 HEX 文件下载到单片机。

## 六、用串口调试软件查看单片机输出信息

打开串口调试终端，选择串口“COM2”后，在“接收区”内看到什么内容了吗？什么也没有！为什么呢？因为从把执行文件.hex 文件成功下载到单片机的那个时刻开始，程序就开始运行了：单片机已经向 PC 发送了信息。

在智能车实验板上将单片机电源键打开，在“接收区”是否看到了如图 1-23 所示的内容？

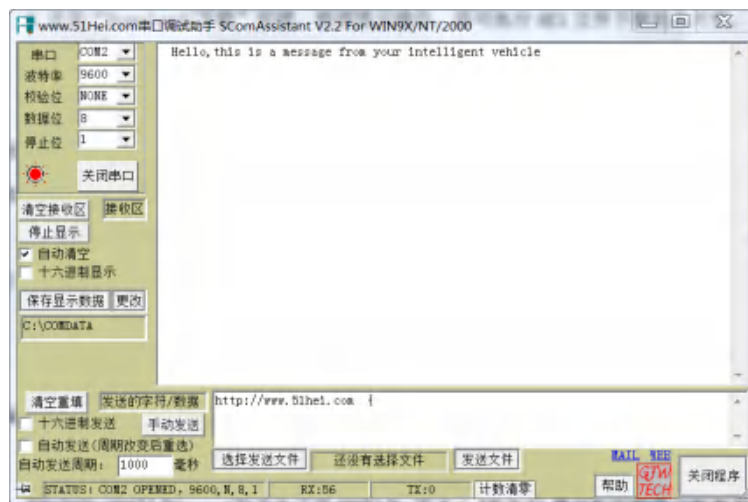


图 1-23 串口调试终端

## 七、函数的概念

一个较大的 C 语言程序一般分成若干个模块，每个模块实现一定的功能，我们称之为函数。每个程序必须以 main 函数作为程序的起点，通常称之为主函数。程序运行都是从主函数开始，主函数可以调用任何子函数，但子函数不可以调用主函数。函数定义的一般格式为：

**函数返回值的类型 函数名（形式参数 1，形式参数 2，……）**

ex1 程序中第三行就是程序的入口 main 函数。main 前面的 void 是指定 main 函数无返回值，括号中无内容表示没有形式参数。每个函数的主体都要用 { } 括起来。

main 函数中第一行是串口初始化函数 uart\_Init ()，用来规定单片机串口是如何与 PC 通信的。可以打开 uart.h 头文件，看看该函数是如何实现的。这行语句中“//”后面的内容是注释。注释是会被编译器忽视的文字，不被编译，仅仅为了让人阅读程序方便。第二行语句 printf 命令是单片机通过串口向 PC

发送一条信息。

`printf` 函数称为格式输出函数，其功能是按用户指定的格式，把指定的数据显示输出。该函数是 C 语言提供的标准输出函数，定义在 C 语言的标准函数库中，要使用它，必须包括定义标准函数库的头文件 `stdio.h`。`printf` 函数的一般形式为：

**`printf` (“格式控制字符串”，输出列表)；**

格式控制字符串可由格式字符串和非格式字符串组成。

格式字符串是以 % 开头的字符串；输出列表在格式输出时才用到，它给出了各个输出项，要求与格式字符串在数量和类型上一一对应。

非格式字符串在输出时原样输出，在显示中起提示作用。`ex1` 程序中用到的就是非格式字符串。“\n”是一个向调试终端发送回车命令的控制符。也就是说，当单击“Reset”按钮再次运行程序时，将在下一行显示“Hello,this is a message from your intelligent vehicle”；如果没有“\n”，则会在上一语句中的结尾，即“vehicle”后面接着显示，可以在程序中调试。

**`while(1);`的作用**

`while` 是 C 语言里的循环控制语句，它的具体语法将在第二个项目中介绍。这里讲解为何要加这个循环。

`hex` 文件是加载在单片机 Flash 存储器上的，并且是从头开始往下加载。当你把 `hex` 文件加载上去时，当程序执行完 `printf` 函数之后，它还将向下执行，但后面的空间并没有存放程序代码，这时程序会乱运行，也就是发生了跑飞现象。加上 `while(1);` 语句，让程序一直停止在这里，就是为了防止程序跑飞。

#### 小结

1. C51 单片机 keil uVision IDE (集成开发环境) 软件和 ISP 下载软件安装。
2. 智能车用 51 实验板与 PC 机或笔记本电脑连接。
3. C 语言程序的编译和下载。
4. 串口调试终端的使用。

## 《控制直流电机》教学设计

项目二	任务二智能车信号灯控制	授课专业	机电一体化技术
授课班级	2018 机电一体化三班	授课人数	
授课类型	一体化	教学地点	
使用教材	《单片机控制技术》	授课内容	单片机做算术
学时	6		
教学目的及要求	<p><b>知识目标：</b></p> <p>掌握 C 语言数据类型（字符、整型等）。</p> <p>掌握 C 语言各种运算符。</p> <p><b>能力目标：</b></p> <p>学会编写程序下载验证。</p> <p><b>情感目标：</b></p> <p>掌握单片机 C 语言数据类型及各种运算符，为后续内容学习打下基础。</p>		
教学重点	C 语言数据类型。		
教学难点	C 语言运算符		
教学方法	任务驱动、项目引导、案例分析、分组讨论		
教具准备	资源视频、多媒体课件、电脑、软件安装包，实验板、实验台、烙铁、尖嘴钳、镊子，元器件等。		
<b>教学过程</b>			
<p><b>一、任务展示</b></p> <p>首先给同学们演示软件安装及操作方法，每组同学进行练习，通过练习过程中遇到的问题展开讨论和讲解。</p> <p><b>二、任务分析</b></p> <p>程序运行，出现运行错误，引导学生认识 C 语言数据类型</p> <p><b>三、教学活动</b></p> <p>教师演示、学生分组练习，练习过程中遇到问题，确定解决方案。</p>			

#### 四、自主练习

按已预先分组讨论，提交讨论结果，抽取其中 1-2 组公布设计方案

#### 五、理论知识讲解

### 任务二 智能车信号灯控制

#### 【任务内容】

控制智能车信号灯是通过让单片机的输入/输出（I/O）接口输出高低电平来实现的。本任务完成单片机信号灯控制。

#### 【技能目标】

1. 掌握单片机应用系统。
2. 熟知 51 单片机的 40 个引脚及输入/输出接口。
3. 用单片机控制智能车信号灯。

#### 【知识准备】

##### 一、单片机定义

##### 1. 什么是单片机

单片机就是把中处理器 CPU、随机存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、定时/计数器和各种输入/输出接口（I/O 接口）电路等部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。单片机实际上是单片微型计算机（Single Chip Microcomputer）简称。由于它的结构与指令功能都是按照工业控制要求设计的，故又称为微控制器（Micro-Controller Unit，简称 MCU）。

单片机实质上是一个芯片，其内部基本结构见图 2-2 所示。它具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等优点，广泛地应用于工业控制、智能仪器仪表、尖端武器、家电设备、电子玩具、过程控制、自动监测等各个领域。

##### 2. 单片机应用系统的组成

单片机应用系统由硬件和软件两部分组成，二者缺一不可。硬件是应用系统的基础，软件是在硬件的基础上。对资源进行合理调配和使用，控制其按照一定顺序完成各种时序、运算或动作，从而实现应用系统所要求的任务。单片机应用系统的组成如图 2-3 所示。

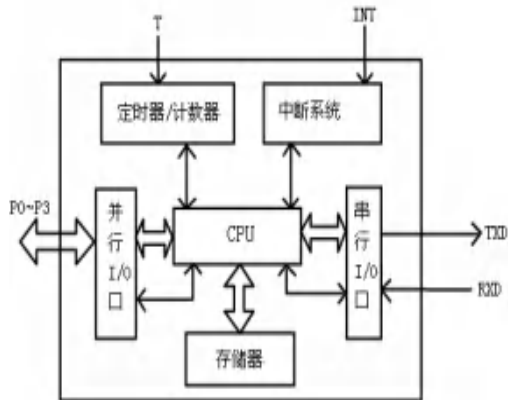


图 2-2 单片机内部基本结构

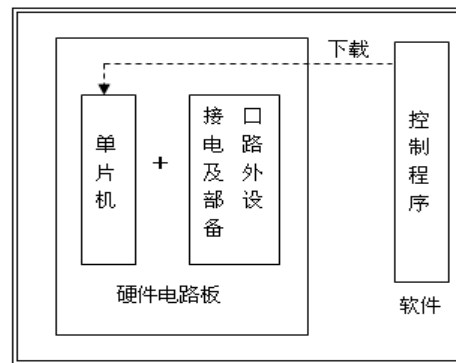


图 2-3 单片机应用系统组成

## 二、51 系列单片机

### 1. Intel 公司 51 系列单片机

本书以 AT89C51 单片机为研究对象。“89C51”源自 Intel 公司的 51 系列单片机，而目前所采用的 8x51 系列单片机并不仅限于 Intel 公司所生产，反倒是以其他厂商发行的兼容芯片为主，如 Atmel 公司的 89C51/89S51 系列，AT89C51 最大的特点是内部含有多次重复编程的快速擦写存储器 Flash ROM，其价格便宜，质量稳定，开发工具齐全，目前被广泛应用。

51 系列单片机的技术特点如下：

- (1) 基于 51 核的处理器结构
- (2) 32 个 I/O 引脚
- (3) 2 个定时/计数器
- (4) 5 个中断源
- (5) 128B(byte) 内部数据存储器

### 2. AT89C51 单片机外形及内部组成

如图 2-4 所示为 AT89C51 单片机外形。它有 40 个引脚，内部集成了 CPU、存储器和输入/输出接口等电路。其引脚排列如图 2-5 所示。



图 2-4 AT89C51 单片机外形图

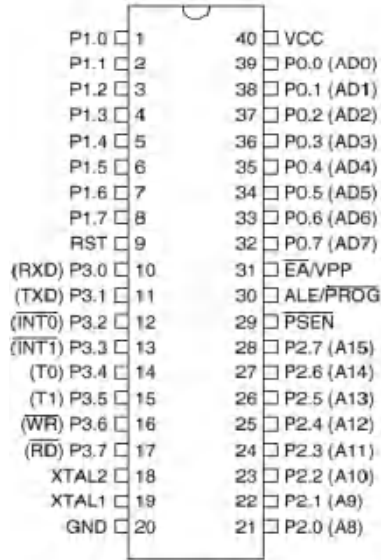


图 2-5 AT89C51 单片机的引脚排列图

51 单片机的内部组成如图 2-6 所示。下面介绍各部分的基本功能。

- (1) 中央处理器 (CPU): 处理 8 位二进制或代码运算, 完成运算和控制功能。采用 C 语言设计程序。
- (2) 内部数据存储器 (128B RAM): MCS-51 芯片共 256 个 RAM 单元, 用户使用低 128 个单元, 用于存放可读写数据, 简称为内部 RAM。高 128 个单元被专用寄存器占用。
- (3) 内部程序存储器 (4KB ROM): MCS-51 共有 4KB 掩膜 ROM, 用于存放程序、原始数据和表格, 简称内部 ROM。
- (4) 定时/计数器: 两个 16 位的定时/计数器, 实现定时或计数功能。
- (5) 并行 I/O 口: 4 个 8 位的 I/O 口 P0、P1、P2、P3, 通过编程可以实现数据的并行输入/输出, 从而接收外部信号或输出控制信号。

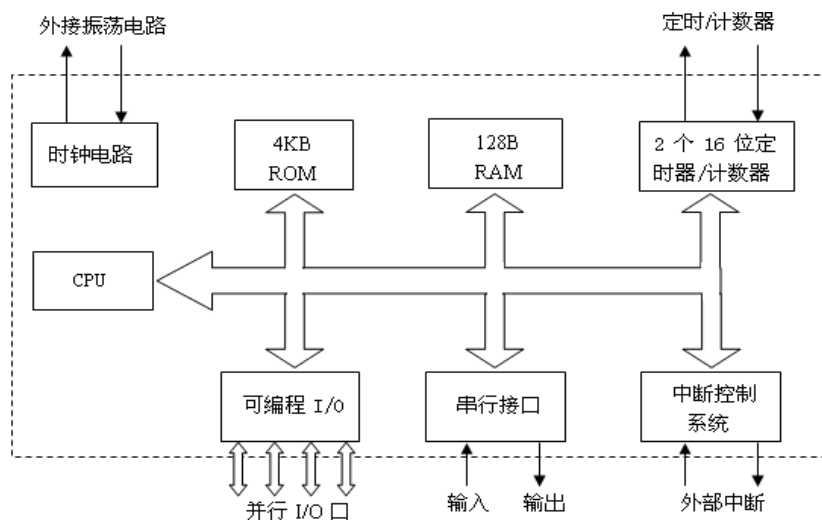


图 2-6 51 单片机的内部组成

(6) 串行接口：一个全双工串行口，以实现单片机和其他设备之间的串行数据传送。

(7) 中断控制系统：5 个中断源（外中断 2 个，定时/计数中断 2 个，串行中断 1 个）

(8) 时钟电路：可产生时钟脉冲序列，送给单片机内部电路，时钟信号频率越高，内部电路工作速度越快。

### 3. AT89C51 的信号引脚

AT89C51 单片机采用标准 40 引脚双列直插式封装，引脚如图 2-6 所示。引脚功能如表 2-7 所示。

表 2-7 AT89C51 引脚功能

引脚名称	引脚功能
P0.0~P0.7	P0 口 8 位双向端口线
P1.0~P1.7	P1 口 8 位双向端口线
P2.0~P2.7	P2 口 8 位双向端口线
P3.0~P3.7	P3 口 8 位双向端口线
ALE	地址锁存控制信号
$\overline{\text{PSEN}}$	外部程序存储器读选通信号
$\overline{\text{EA}}$	访问程序存储控制信号
RST	复位信号
XTAL1 和 XTAL2	外接晶体引线端
V <sub>CC</sub>	+5V 电源
V <sub>SS</sub>	地线

对表 2-7 部分控制引脚进行如下说明：

(1) ALE：当访问外部存储器时，P0 口是 8 位数据线和低 8 位地址线复用引脚，ALE 用于把 P0 口低 8 位地址锁存起来。以实现低 8 位地址和数据隔离。在 FLASH 编程期间，此引脚用于输入编程脉冲。在平时，ALE 端以不变的频率周期输出正脉冲信号，此频率为振荡器频率的 1/6。因此它可用作对外部输出的脉冲或用于定时目的。

(2)  $\overline{\text{PSEN}}$ ：低电平有效时，可实现对外部 ROM 单元的读操作。

(3)  $\overline{\text{EA}}$ ：当  $\overline{\text{EA}}$  为低电平时，对 ROM 的读操作限定在外部程序存储器，当  $\overline{\text{EA}}$  为高电平时，对 ROM 的读操作是从内部程序存储器开始的，并可延至外部程序存储器。此引脚通常与+5V 电源连接。

(4) RST：保持 RST 引脚连续两个机器周期以上的高电平时即为有效。

(5) XTAL1 和 XTAL2：外接晶体引线端，当使用芯片内部时钟时，两引脚用于外接石英晶体和微调电容；当使用外部时钟时，XTAL1 用于连接外部时钟脉冲信号，XTAL2 悬空。

P3 口第二功能如表 2-8 所示。

表 2-8 P3 口各引脚第二功能

第一功能	第二功能	第二功能信号名称
------	------	----------

P3.0	RXD	串行数据接收
P3.1	TXD	串行数据发送
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$	外部中断 0 申请
P3.3	INT1	外部中断 1 申请
P3.4	T0	定时/计数器 0 的外部输入
P3.5	T1	定时/计数器 1 的外部输入
P3.6	$\overline{\text{WR}}$	外部 RAM 或外部 I/O 写选通
P3.7	$\overline{\text{RD}}$	外部 RAM 或外部 I/O 读选通

### 三、单片机最小系统电路

一个烧录了用户程序的单片机芯片，给它上电后就能工作吗？显然不能工作！原因是除了单片机外，还包括单片机能够工作的最小电路，通常称为单片机最小系统电路，此电路包括时钟电路和复位电路。时钟电路为单片机工作提供基本时钟，复位电路用于将单片机内部各电路的状态复位到初始值。

#### 1. 单片机时钟电路

##### (1) 单片机时钟信号的产生

单片机是一个复杂的同步时序电路，为了保证同步工作方式实现，电路应在唯一的信号控制下严格地按时序进行工作。时钟电路用于产生单片机工作所需要的时钟信号。在 AT89C51 单片机内部有一个高增益反相放大器，其输入引脚为 XTAL1，其输出引脚为 XTAL2。只要在 XTAL1 和 XTAL2 之间跨接晶体振荡器和微调电容，就可以构成一个稳定的自己振荡器，如图 2-7 所示。

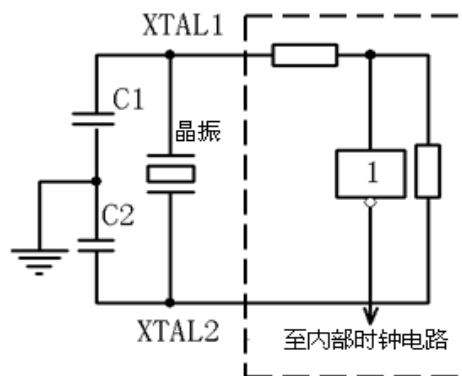


图 2-7 时钟振荡电路

通常情况下，使用晶体振荡频率为 6MHz 或 12MHz，一般地，电容 C1 和 C2 取 30pF，晶振频率为 12MHz，电容 C1 和 C2 取 22pF，晶振频率为 6MHz，晶体振荡频率越高，系统的时钟频率也越高，单片机的运行速度也就越快。串行通信时则一般采用振荡频率为 11.0592MHz 的晶振。

##### (2) 时序

关于 51 系列单片机的时序概念有 4 个，可用定时单位来说明，从小到大依次是：节拍、状态、机器周期和指令周期，下面分别加以说明。

## 1) 时钟周期(也称为振荡周期)

输入时钟信号的周期称为时钟周期或振荡周期，也就是晶振的振荡频率的倒数。

## 2) 状态周期

振荡脉冲  $f_{osc}$  经过二分频后，就是单片机时钟周期的 2 倍，定义为状态，用 S 表示。一个状态周期包含两个时钟周期。

## 3) 机器周期

51 系列单片机采用定时控制方式，有固定的机器周期。即一个机器周期

## 4) 指令周期

最大的时序定时单位，执行一条指令所需要的时间成为指令周期。通常由 1 个或几个机器周期组成。

## 知识拓展

当振荡脉冲频率为 12 MHz 时，一个机器周期为  $1\mu\text{s}$ ；当振荡脉冲频率为 6 MHz 时，一个机器周期为  $2\mu\text{s}$ 。

## 2. 单片机复位电路

单片机刚开始接上电源，或是断电后或者发生故障后都要复位。单片机复位是使 CPU 和系统中其他功能部件都恢复到一个确定的初始状态，并从这个状态开始工作。

单片机复位的条件是：必须使 RST 引脚加上持续两个机器周期以上的高电平。例如时钟频率为 12MHz，每个机器周期为  $1\mu\text{s}$ ，则需要加上持续  $2\mu\text{s}$  以上时间的高电平。单片机常见复位电路如图 2-8 所示。

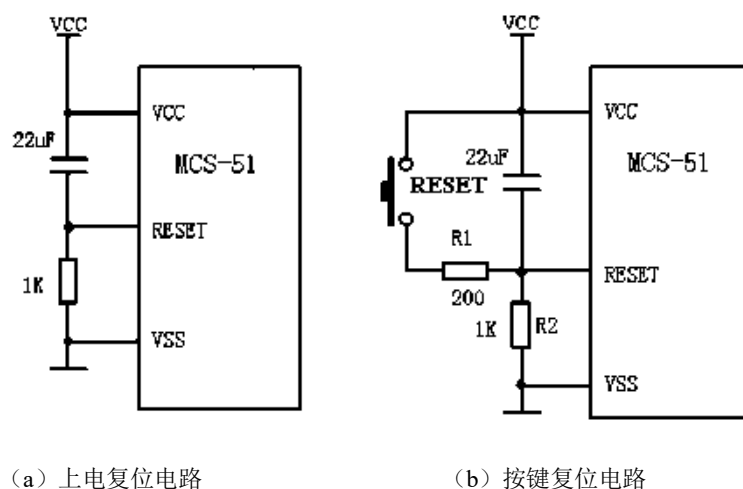


图 2-8 单片机最小电路系统

上电复位电路，利用电容充电来实现复位。按键复位电路除了具有上电复位功能外，还可以按 RESET

键实现复位。

#### 四、51 系列单片机并行端口

51 系列单片机共有 4 个 8 位并行 I/O 端口，分别用 P0、P1、P2、P3 表示。每个 I/O 端口既可以按位操作使用单个引脚，也可以按字节操作使用 8 个引脚。

例如：语句“sbit P1\_0=P1^0;”将 P1 口的第 0 个引脚指定到位变量 P1\_0，然后通过语句“P1\_0=0;”设置变量 P1\_0 值为 0，即把 P1 口的第 0 个引脚设为低电平输出。而语句“P1=0x00;”将 P1 口的 8 个引脚用字节数据 0x00 设置为 8 位全 0 输出。

MCS-51 系列单片机的 4 个 I/O 端口可以作为一般的 I/O 端口使用，在结构和特性上基本相同，又各具特点。

##### 1. P0 口

###### (1) P0 口的结构

P0 口的口线逻辑电路如图 2-9 所示。

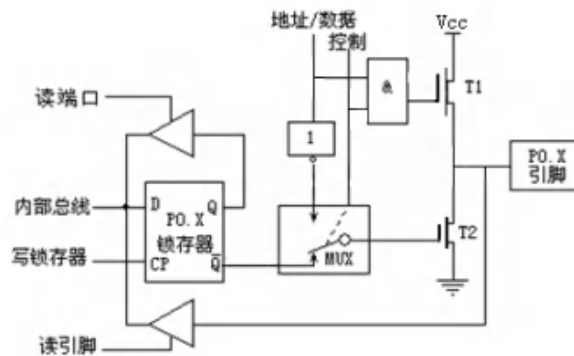


图 2-9 P0 口逻辑电路

在电路中包含一个数据输出 D 锁存器、两个三态数据输入缓冲器、一个输出控制电路和一个数据输出的驱动电路。输出控制电路由一个与门、一个非门和一个 2 选 1 多路开关 MUX 构成；输出驱动电路由场效应晶体管 T1 和 T2 组成，受输出控制电路控制，当栅极输入低电平时，T1、T2 截止；当栅极输入高电平时，T1、T2 导通。

###### (2) 作为通用 I/O 端口使用

当 P0 口作为通用 I/O 端口使用时，“控制”端为低电平，与门输出低电平使 T1 截止，输出电路为漏极开路，同时多路开关 MUX 接通锁存器的  $\bar{Q}$  输出端。

当 P0 口作为输出口使用时，内部总线将数据送入锁存器，内部的写脉冲加在锁存器时钟端 CP 上，锁存数据到 Q、 $\bar{Q}$  端；经过多路开关 MUX，由 T2 反相后正好是内部总线的数据，送到 P0 口引脚输出。

当 P0 口作为输入口使用时，应区分读引脚和读端口两种情况，为此在电路中有两个用于读入驱动了三态缓冲器。

读引脚是读芯片引脚的状态，这时使用下方的数据缓冲器，由“读引脚”信号把缓冲器打开，把端口引脚上的数据从缓冲器通过内部总线读进来。

读端口是指通过上面的缓冲器读锁存器 Q 端的状态。

#### 知识拓展

(1) 当 P0 口进行一般的 I/O 输出时，由于 T1 截止，输出电路是漏极开路电路，必须外接上拉电阻才能有高电平输出。

(2) 当 P0 口进行一般的 I/O 输入时，应区分读引脚和读端口。读引脚时，必须先向电路中的锁存器写入“1”，使输出级的 T1、T2 截止，引脚处于悬浮状态而成为高阻抗输入，以避免锁存器为“0”状态时对引脚读入的干扰。

## 2. P1 口

P1 口的口线逻辑电路，如图 2-10 所示。

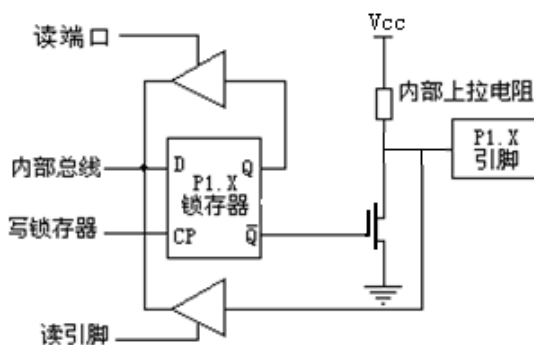


图 2-10 P1 口逻辑电路

P1 口电路结构与 P0 口有以下不同之处：首先它没有输出控制电路，不再需要多路开关 MUX；其次是电路内部有上拉电阻，与场效应管共同组成输出驱动电路。因此 P1 口只能作为通用 I/O 端口使用。

P1 口作为输出口使用时，可以向外提供推拉电流负载，无须再外接上拉电阻。P1 口作为输入口使用时，同样也需先向锁存器写“1”，使输出驱动电路的场效应管截止，处于高阻态，然后通过缓冲器进行输入操作。

#### 知识拓展

- (1) P1 口是准双向口，只能作为通用 I/O 端口使用。
- (2) P1 口作为输出口使用时，无须再外接上拉电阻。
- (3) P1 口作为输入口使用时，应区分读引脚和读端口。读引脚时，必须先向电路中的锁存器写入“1”，使输出电路的场效应管截止。

### 3. P2 口

P2 口的口线逻辑电路，如图 2-11 所示。

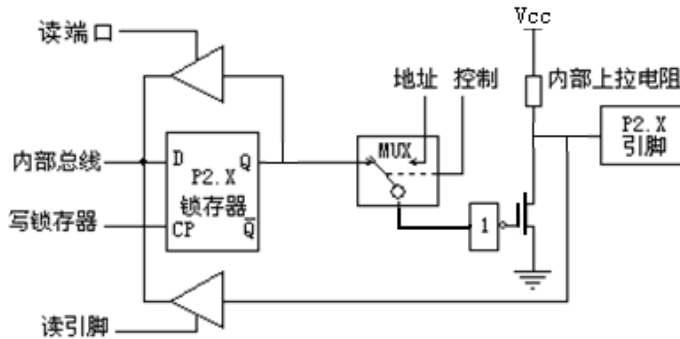


图 2-11 P2 口逻辑电路

P2 口电路与 P0 口相似，MUX 的一个输入端接入的是单一的“地址”。因此，P2 口可以作为通用 I/O 端口使用，这时多路开关接通锁存器 Q 端。

#### 知识拓展

- (1) P2 口是准双向口，在实际应用中，可以用于为系统提供高 8 位地址，也可作为通用 I/O 端口使用。
- (2) 当 P2 口作为通用 I/O 端口的输出口使用时，与 P1 口一样无须再外接上拉电阻。
- (3) 当 P2 口作为通用 I/O 端口的输入口使用时，应区分读引脚和读端口。读引脚时，必须先向锁存器写入“1”。

单片机系统扩展时，P2 口还可以用来作为高 8 位地址线使用，与 P0 口的低 8 位地址线共同组成 16 位地址总线，此时多路开关应接通“地址”端。

### 4. P3 口

P3 口的口线逻辑电路如图 2-12 所示。

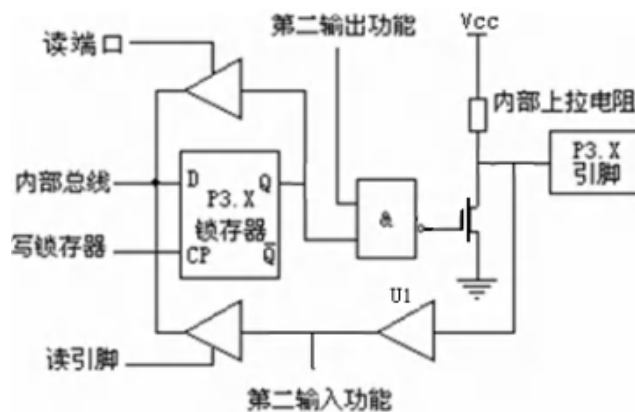


图 2-12 P3 口逻辑电路

P3 口增加了第二功能控制逻辑。因此，P3 口既可作为通用 I/O 端口，还可作为第二功能口。

知识拓展

(1) P3 口是准双向口，可以作为通用 I/O 端口使用，还可以作为第二功能端口使用。作为第二功能使用的端口，不能同时当通用 I/O 端口使用，但其他未被使用的端口仍可作为通用 I/O 端口使用。

(2) 当 P3 口作为通用 I/O 的输出口使用时，不用外接上拉电阻。

对于第二功能为输入的信号引脚，在输入通路上增加了一个缓冲器 U1，输入的第二功能信号就从 U1 的输出端取得。当作为 I/O 端口使用时，数据输入仍取自三态缓冲器的输出端。不管 P3 口作为输入口使用还是第二功能信号输入时，输出电路中的锁存器输出和第二功能输出信号线都应保持高电平，以使输出电路的场效应管截止。

对于第二功能为输出的信号引脚，当输出第二功能信号时，锁存器 Q 应置“1”，打开与非门通路，实现第二功能信号的输出。当 P3 口作为 I/O 端口使用时，“第二输出功能”端应保持高电平，同样打开与非门，使锁存器与输出引脚保持通畅，形成数据输出通路。

**小结**

1. 单片机 I/O 口使用。
2. C 语言的运算符、算术表达式和赋值语句。

**《控制直流电机》教学设计**

项目二	任务三智能车直流电机控制	授课专业	机电一体化技术
授课班级	2018 机电一体化三班	授课人数	
授课类型	一体化	教学地点	
使用教材	《单片机控制技术》	授课内容	单片机做算术

学时	6
教学目的及要求	<p><b>知识目标：</b></p> <p>掌握直流电机工作原理。</p> <p>掌握电机驱动方式。</p> <p><b>能力目标：</b></p> <p>用 C 语言控制直流电机实现车轮旋转。</p> <p><b>情感目标：</b></p> <p>掌握直流电机控制方式，为后续内容学习打下基础。</p>
教学重点	电机驱动方式。
教学难点	编写 C 语言源程序控制直流电机
教学方法	任务驱动、项目引导、案例分析、分组讨论
教具准备	资源视频、多媒体课件、电脑、软件安装包，实验板、实验台、烙铁、尖嘴钳、镊子，元器件等。
<b>教 学 过 程</b>	
<p><b>一、任务展示</b></p> <p>首先给同学们演示电机驱动接线操作方法，每组同学进行练习，通过练习过程中遇到的问题展开讨论和讲解。</p> <p><b>二、任务分析</b></p> <p>程序运行，出现运行错误，引导学生认识直流电机正反转</p> <p><b>三、教学活动</b></p> <p>教师演示、学生分组练习，练习过程中遇到问题，确定解决方案。</p> <p><b>四、自主练习</b></p> <p>按已预先分组讨论，提交讨论结果，抽取其中 1-2 组公布设计方案</p> <p><b>五、理论知识讲解</b></p> <p><b>任务三 智能车直流电机控制</b></p> <p><b>【任务内容】</b></p> <p>智能车的基本运动就是车轮的运动，如何实现车轮运动？我们很容易想到电机，常用电机有三种：</p>	

直流电机、步进电机和伺服电机，在本课程中我们选择直流电机。电机运转需要驱动电路模块，电机驱动电路模块主要功能是驱动小车轮子转动，使小车行进。

### 【技能目标】

1. 掌握直流电机工作原理。
2. 掌握直流电机驱动电路。
3. 用单片机控制直流电机实现车轮旋转。

### 【知识准备】

#### 一、直流电机

##### 1. 直流电机

电机(英文:Electric machinery, 俗称“马达”)是指依据电磁感应定律实现电能转换或传递的一种电磁装置。各种电机实物图如图 2-14~2-2-17 在电路中用字母 M(旧标准用 D)表示。它的主要作用是产生驱动转矩, 作为用电器或各种机械的动力源。

作为机电执行元部件, 直流电机内部有一个闭合的主磁路。主磁通在主磁路中流动, 同时与两个电路交联, 其中一个电路是用以产生磁通的, 称为激磁电路; 另一个电路是用来传递功率的, 称为功率回路或电枢回路。现行的直流电机都是旋转电枢式, 也就是说, 激磁绕组及其所包围的铁芯组成的磁极为定子, 带换向单元的电枢绕组和电枢铁芯结合构成直流电机的转子。



图 2-14 减速直流电机



图 2-15 无刷直流电机



图 2-16 伺服直流电机

图 2-17 永磁直流电机

直流电机有以下 4 方面的优点：

- (1) 调速范围广，且易于平滑调节。
- (2) 过载、起动、制动转矩大。
- (3) 易于控制，可靠性高。
- (4) 调速时的能量损耗较小。

所以，在调速要求高的场所，如轧钢机、轮船推进器、电车、电气铁道牵引、高炉送料、造纸、纺织、拖动、吊车、挖掘机械、卷扬机拖动等方面，直流电机均得到广泛的应用。

## 2. 直流电机的基本工作原理

固定部分有磁铁，这里称作主磁极；固定部分还有电刷。如图 2-18 电机模型图，转动部分有环形铁心和绕在环形铁心上的绕组。（其中 2 个小圆圈是为了方便表示该位置上的导体电势或电流的方向而设置的）

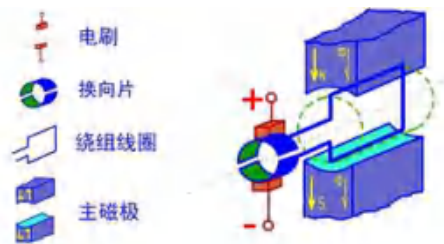


图 2-18 直流电机物理模型图

上图是最简单的两极直流电机模型，它的固定部分（定子）上，装设了一对直流励磁的静止的主磁极 N 和 S，在旋转部分（转子）上装设电枢铁心。定子与转子之间有一气隙。在电枢铁心上放置了由 A 和 X 两根导体连成的电枢线圈，线圈的首端和末端分别连到两个圆弧形的铜片上，此铜片称为换向片。换向片之间互相绝缘，由换向片构成的整体称为换向器。换向器固定在转轴上，换向片与转轴之间亦互相绝缘。在换向片上放置着一对固定不动的电刷 B1 和 B2，当电枢旋转时，电枢线圈通过换向片和电刷与外电路接通。

如图 2-19 所示，则有直流电流从电刷 A 流入，经过线圈 abcd，从电刷 B 流出，根据电磁力定律，载流导体 ab 和 cd 收到电磁力的作用，其方向可由左手定则判定，两段导体受到的力形成了一个转矩，使得转子逆时针转动。如果转子转到如图 2-20 所示的位置，电刷 A 和换向片 2 接触，电刷 B 和换向片 1 接触，直流电流从电刷 A 流入，在线圈中的流动方向是 dcba，从电刷 B 流出。

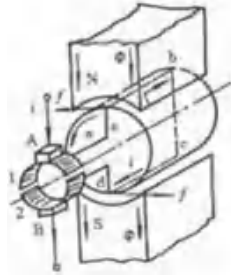


图 2-19 导体 ab 处于 N 极下

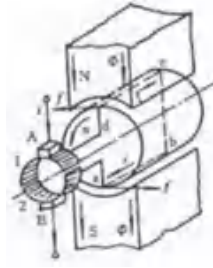


图 2-20 导体 ab 处于 S 极下

此时载流导体 ab 和 cd 受到电磁力的作用方向同样可由左手定则判定，它们产生的转矩仍然使得转子逆时针转动。这就是直流电动机的工作原理。外加的电源是直流的，但由于电刷和换向片的作用，在线圈中流过的电流是交流的，其产生的转矩的方向却是不变的。将直流电源通过电刷接通电枢绕组，使电枢导体有电流流过。电机内部有磁场存在。载流的转子（即电枢）导体将受到电磁力  $f$  的作用，所有导体产生的电磁力作用于转子，使转子以  $n$  (转/分) 旋转，以便拖动机械负载。

从以上分析可以得出，要使线圈按照一定的方向旋转，关键问题是当导体从一个磁极范围转到另一个异性磁极范围时（也就是导体经过中性面后），导体中电流的方向也要同时改变，换向器和电刷就是完成这一任务的装置。在直流电机中，换向器和电刷把输入的直流电变为线圈中的交流电。可见换向器和电刷是直流电机中不可缺少的关键部件。

实际应用中直流电动机转子上的绕组也不是由一个线圈构成，同样是由多个线圈牢固的嵌在转子铁芯槽中，当导体中通过电流在磁场中因受力而转动时，就带动整个转子旋转，同时多个线圈连接在一起也是为了减少电动机电磁转矩的波动。

### 3. 直流电机的参数

直流电机有以下几个参数：

转矩—电机得以旋转的力矩，单位为  $\text{kg}\cdot\text{m}$  或  $\text{N}\cdot\text{m}$ 。

转矩系数—电机所产生转矩的比例系数，一般表示每安培电枢电流所产生的转矩大小。

摩擦转矩—电刷、轴承、换向单元等因摩擦而引起的转矩损失。

启动转矩—电机启动时所产生的旋转力矩。

转速—电机旋转的速度，工程单位为  $\text{r}/\text{min}$ ，即转每分。在国际单位制中为  $\text{rad}/\text{s}$ ，即弧度每秒。

电枢电阻—电枢内部的电阻，在有刷电机里一般包括电刷与换向器之间的接触电阻，由于电阻中流过电流时会发热，因此总希望电枢电阻尽量小。

电枢电感—因为电枢绕组由金属线圈构成，必然存在电感，从改善电机运行性能的角度来说，电枢电感越小越好。

电气时间常数—电枢电流从零开始达到稳定值的 63.2% 时所经历的时间。测定电气时间常数时，电

机应处于堵转状态并施加阶跃性质的驱动电压。工程上，常常利用电枢绕组的电阻和电感求出电气时间常数。

机械时间常数—电机从启动到转速达到空载转速的 63.2% 时所经历的时间。测定机械时间常数时，电机应处于空载运行状态并施加阶跃性质的阶跃电压。工程上，常常利用电动机转子的转动惯量、电枢电阻、电机反电动势系数和转矩系数求出机械时间常数。

转动惯量—具有质量的物体维持其固有运动状态的一种性质。

## 二、直流电机的驱动

### 1. L298N 驱动芯片

L298N 驱动芯片是直流电机驱动电路中主要器件。L298N 是 SGS 公司的产品，内部包含 4 通道逻辑驱动电路。是一种二相和四相电机的专用驱动器，即内含二个 H 桥的高电压大电流双全桥式驱动器，接收标准 TTL 逻辑电平信号，可驱动 46V、2A 以下的电机。其实物图及引脚图如图 2-21、2-22 所示：



图 2-21 L298 芯片实物

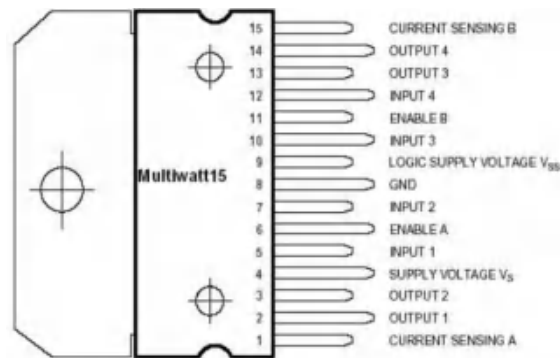


图 2-22 L298 芯片引脚图

### 2. L298N 驱动电路

用单片机控制直流电机时，需要加驱动模块，如图 2-20 所示，为直流电机提供足够大的驱动电流。使用不同的直流电机，其驱动电流也不同，要根据实际需求选择合适的驱动电路，通常有以下几种驱动电路：三极管电流放大驱动电路、电机专用驱动模块（如 L298N）和达林顿驱动器等。本项目以 L298N 为例控制直流电机。

L298N 驱动电路电源分别为逻辑电源和动力电源， $V_s$  为 12V 动力电源， $V_{ss}$  为 5V 逻辑电源。ENA 与 ENB 直接接入 5V 逻辑电源，也就是说两个电机时刻都工作在使能状态，控制电机的运行状态只有通过 IN1、IN2、IN3、IN4 四个逻辑输入端。

由于使用的电机是线圈式的，在从运行状态突然转换到停止状态和从顺时针状态突然转换到逆时针状态时，会形成很大的反向电流，在电路中加入二极管的作用就是在产生反向电流的时候进行泄流，保护芯片的安全如图 2-24 所示。

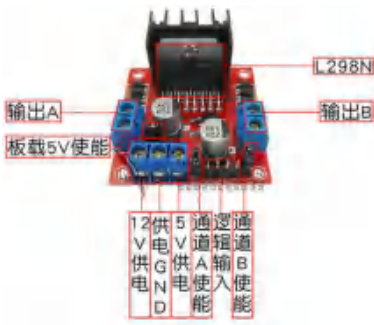


图 2-23 直流电机驱动模块

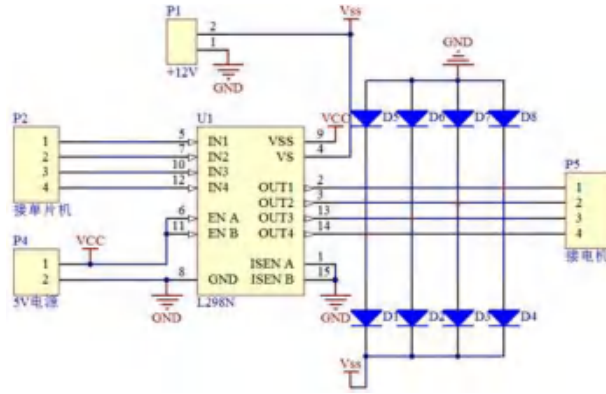


图 2-24 直流电机电路连接

当需要调节直流电机转速时，使单片机的相应 I/O 口（即输入/输出口）输出不同占空比的 PWM 波形即可。PWM 是英文 Pulse Width Modulation（脉冲宽度调制）的缩写，是按一定规律改变脉冲序列的脉冲宽度，以调节输出量和波形的一种调制方式，在控制系统中常用的是矩形波 PWM 信号，在控制时需要调节 PWM 波的占空比。如图 2-22 所示，占空比是指高电平持续时间在一个周期时间内的百分比。控制电机的转速时，占空比越大，速度越快，如果全为高电平，占空比为 100%时，速度达到最快。

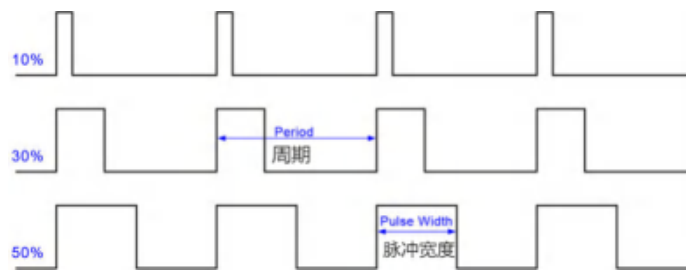


图 2-25 PWM 信号的占空比

### 三、直流电机与单片机的硬件连接

将 51 单片机的输入/输出接口（I/O 接口）P3.0、P3.2 和 P3.3 分别连接 L298 驱动模块的通道 A 使能端、IN1 和 IN2 逻辑输入端，将 L298 驱动模块的输出 A 端接直流电机的两端，12V 供电端接+12v 电源，通过控制单片机的 P1.0 引脚输出 PWM 信号，由此控制直流电机的速度与启停。


### 【任务实施】

### 小结

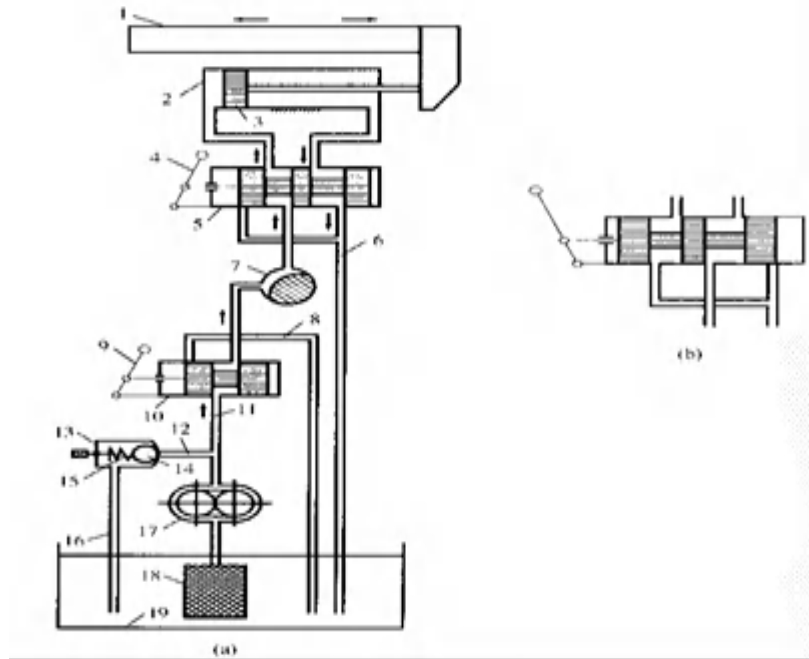
1. 直流电机工作原理。
2. L298 电机驱动方式。
3. 用 C 语言编写直流电机正反转方法。

## 模块一 M7120 平面磨床液压系统安装与调试

## 项目一 认知 M7120 平面磨床液压系统

任务名称	任务二 认知液压系统组成及工作原理		课次	
授课班级		学时	2	上课地点
任务目标	能力目标	知识目标	素质目标	
	1、能对液压气动元件实物及符号进行正确识别 2、能对液压气动元器件及设备进行拆装、维护维修 3、能根据原理图进行实物连接 4、掌握开启系统和关闭系统时的注意事项	1、掌握液压与气压传动系统的组成及各部分在传动中的功用 2、了解液压与气压传动的特点及应用 3、掌握液压传动的原理。 4、了解液压与气压传动技术的发展现状	1、岗位精神 2、团队合作意识的培养 3、培养良好的设备维护和保养意识 4、培养实干、创新意识	
任务引入	 <p>图示为一台 M7120 型平面磨床，它的功能主要是用砂轮旋转研磨工件以使其可达到要求的平整度。它一般由主轴、砂轮、滑座、工作台、冷却系统、液压系统等部分组成，值得一提的是，在实际的生产加工过程中，液压传动系统在现实工程有着极为重要的意义，那么 7120 型平面磨床的液压系统的构成如何？又是如何满足此要求进行工作的呢？液压与气动技术还运用于哪些领域？</p>			备注
任务分析	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 液压与气压传动系统的主要组成部分</li> <li>2. 液压与气压传动系统的工作原理</li> </ol>			

一、 M7120 型平面磨床液压传动系统的主要组成



任务知识

1—工作台 2—液压缸 3—活塞 4—换向手柄 5—换向阀 6、  
8、16—回油管 7—节流阀 9—开停手柄 10—开停阀 11—压力管  
12—压力支管 13—溢流阀 14—钢球 15—弹簧 17—液压泵  
18—滤油器 19—油箱

(一) 动力装置



图示为液压站，即（液压源）动力装置，由它产生压力油通过管道驱动外部的执行元件动作。液压站产生压力油的关键元件是其中的动力元件—液压泵。

**(二) 执行装置**

图示为液压缸，即执行装置，它的作用是将流体的压力转换成机械能，一般指作直线运动的液（气）压缸，作回转运动的液（气）压马达等。



**(三) 控制调节装置**

控制元件是对液（气）压系统中流体的压力、流量和流动方向进行控制和调节的装置。例如图中的溢流阀、节流阀、换向阀等。由这些与元件组合能完成不同功能的液（气）压系统



**(四) 辅助装置**

辅助元件是指在液（气）压系统中除以上三种以外的其他装置，如图例中的油箱、空气过滤器、水分过滤器、油雾器、蓄能器等，它们对保证液（气）压系统的可靠和稳定工作起到重要作用。

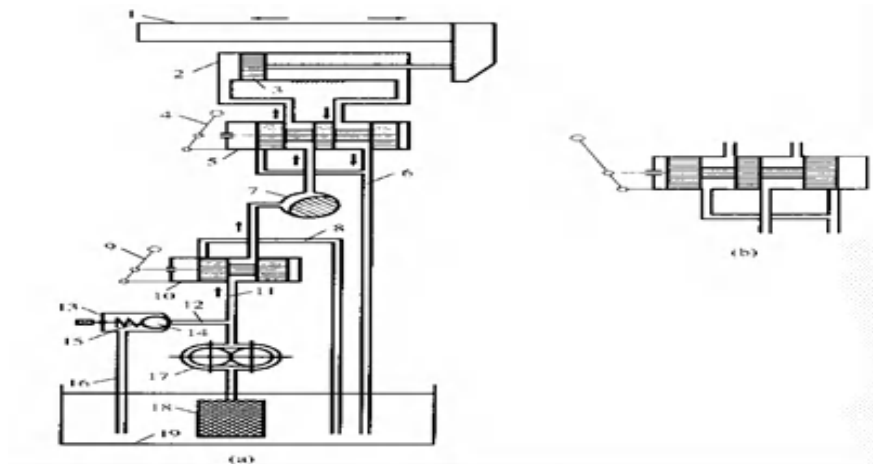


**(五) 传动介质**

图示为液压油，即液（气）压系统中的传动介质，传动介质是传递能量的流体，即液压油或压缩空气。



## 二、M7120 平面磨床的工作原理

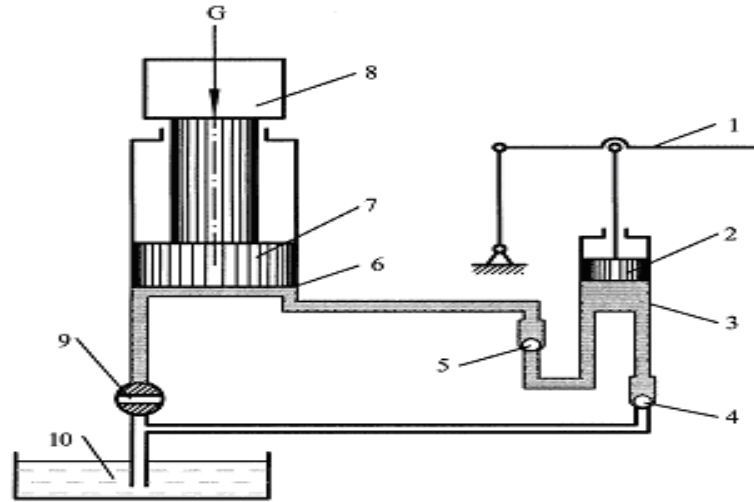


如图所示，液压系统由油箱 19、滤油器 18、液压泵 17、溢流阀 13、开停阀 10、节流阀 7、换向阀 5、换向阀 10、液压缸 1 以及连接这些元件的油管以及管接头等组成。其工作原理如下：液压泵由电动机驱动后，从油箱中吸油。油液经滤油器进入液压泵，油液在泵腔中从入口低压到泵出口高压，在图 4(a) 所示状态下，通过开停阀、节流阀、换向阀进入液压缸左腔，推动活塞使工作台向右移动。这时，液压缸右腔的油经换向阀和回油管 6 排回油箱。如果将换向阀手柄转换成图 4(b) 所示状态，则压力管中的油将经过开停阀、节流阀和换向阀进入液压缸右腔、推动活塞使工作台向左移动，并使液压缸左腔的油经换向阀和回油管 6 排回油箱。工作台的移动速度是通过节流阀来调节的。当节流阀开大时，进入液压缸的油量增多，工作台的移动速度增大；当节流阀关小时，进入液压缸的油量减小，工作台的移动速度减小。为了克服移动工作台时所受到的各种阻力，液压缸必须产生一个足够大的推力，这个推力是由液压缸中的油液压力所产生的。要克服的阻力越大，缸中的油液压力越高；反之压力就越低。这种现象正说明了液压传动的一个基本原理——压力决定于负载。

## 五、液压千斤顶实物认知



生产中经常见到的液压千斤顶来了解液压传动的工作原理，如图 2 所示为该液压系统的工作原理示意图。由图可知，该系统由举升液压缸和手动液压泵两部分组成，大油缸 6、大活塞 7、单向阀 5 和卸油阀 9 组成举升液压缸，杠杆手柄 1、小活塞 2、小油缸 3、单向阀 4 和 5 组成手动液压泵。活塞和缸体之间既保持良好的配合关系，又能实现可靠的密封。



1-杠杆手柄； 2-小活塞； 3-小油缸； 4、5-单向阀； 6-大油缸；  
7-大活塞； 8-重物； 9-卸油阀； 10-油箱

液压千斤顶的工作原理示意图

提起手柄 1 使小活塞 2 向上移动，小活塞 2 下端密封的油腔容积增大，形成局部真空，这时单向阀 5 关闭并阻断其所在的油路，而单向阀 4 打开使其所在油路畅通，油箱 10 中的液压油就在大气压的作用下通过吸油管道进入并充满小缸体 3，完成一次吸油动作；用力压下手柄 1，小活塞 2 下移，小活塞 2 下腔容积减小，腔内压力升高，这时单向阀 4 关闭同时阻断其所在的油路，当压力升高到一定值时单向阀 5 打开，小油缸 3 中的油液经管道输入大油缸 6 的下腔，由于卸油阀 9 处于关闭状态，大油缸 6 中的液压油增多迫使大活塞 7 向上移动，顶起重物。再次提起手柄吸油时，单向阀 5 自动关闭，使油液不能倒流，从而保证了重物不会自行下落。不断地往复扳动手柄，就能不断地把油液压入大油缸 6 下腔，使重物 8 逐渐地升起。

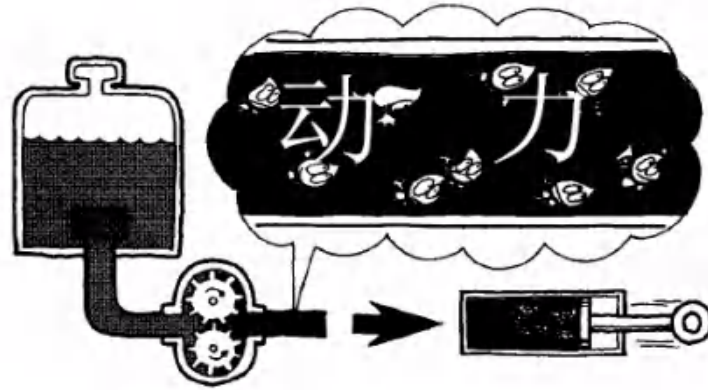
如果打开卸油阀 9，大活塞 7 在其自重和重物 8 的作用下下移，大油缸 6 下腔的油液便通过管道流回油箱 10 中，重物 8 就向下运动。这就是液压千斤顶的工作原理。

<p>任务小结</p>	<p>通过对上面液压千斤顶和平面磨床液压系统工作过程的分析，可以初步了解到液压传动的基本工作原理如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、液压传动是利用有压力的液体（液压油）作为传递运动和动力的工作介质；</li> <li>2、 液压传动中要经过两次能量转换，先将机械能转换成油液的压力能，再将油液的压力能转换成机械能；</li> <li>3、 液压传动是依靠密封容器或密闭系统中密封容积的变化来实现运动和动力的传递.</li> <li>4、课下多注意观察与液压或气动系统有关的实物；</li> <li>5、任务练习题。</li> </ol>	

## 1 模块一 M7120 平面磨床液压系统安装与调试

## 1 项目一 认知 M7120 平面磨床液压系统

任务名称	任务三 认知液压油		课次	
授课班级		学时	2	上课地点
教学目标	能力目标	知识目标	素质目标	
	1、能表述气动系统的结构组成 2、掌握液压油的选择原则，能够正确选择液压油 3、能够判断液压油的质量好坏，并更换液压油	1、了解液压油的物理性质。 2、熟知液压油的类型、特点及应用场合。 3、了解液压油的污染原因及控制方法。 4、液压油的选择原则。	1、岗位精神 2、团队合作意识的培养 3、培养良好的设备维护和保养意识 4、培养实干、创新意识	
任务引入	什么是——液压系统工作介质——液压油？			备注
任务分析	1. 了解液压油的物理性质。 2. 熟知液压油的类型、特点及应用场合。 3. 了解液压油的污染原因及控制方法。 4. 液压油的选择原则。 5. 正确合理地选择液压油。 6. 掌握液压油的选择原则，能够正确选择液压油 7. 能够判断液压油的质量好坏，并更换液压油			
任务知识	<p><b>一、液压油的功用和分类</b></p> <p>液压油是能量传递的载体，正确合理地选择液压油、能够判断液压油的质量好坏并更换液压油是非常重要的。</p>			
	 			



水的缺点

1. 易泄漏
2. 影响效率
3. 易生锈

### （一） 液压油的用途

- 1、传递能量和信号；
- 2、润滑液压元件；
- 3、散热；
- 4、防止锈蚀；
- 5、密封摩擦副中的间隙；
- 6、传输、分离和沉淀非可溶性污染物；
- 7、为故障提供诊断信息等。

### （二） 液压油的种类

液压油主要有下列三种。

#### 1. 矿物油型液压油

矿物油型液压油主要由石蜡基（Paraffin base）的原油精制而成，再加抗氧化剂和防锈剂，为用途最广的一种。其缺点为耐火性差。

#### 2. 乳化型液压油：

乳化型液压油是专用于防止有引起火灾危险的液压油，有水中油滴型（O/W）和油中水滴型（W/O）两种。水中油滴型（O/W）的润滑性差，会侵蚀油封和金属；油中水滴型（W/O）化学稳定性很差。

#### 3. 合成型液压油

合成型液压油具有难燃性黏温特性和抗蚀性好。

讲授

## 二、液压油的物理性质

### 1、密度

单位体积  $V$  液体的质量  $m$  称为液体的密度，即

$$\rho = m/V \quad (\text{kg/m}^3)$$

密度随着温度或压力的变化而变化，但变化不大，通常忽略，一般取  $\rho = 900 \text{kg/m}^3$  的大小，水  $1000 \text{kg/m}^3$ 。

### 2、可压缩性

液体受压力作用而发生体积变化的性质称为液体的可压缩性。一般情况下，可以认为液体是不可压缩的。

液压油在低、中压时可视为不可压缩性液体，但在高压时压缩性就不可忽视了，纯油的可压缩性是钢的 100~150 倍。压缩性会降低运动的精度，增大压力损失而使油温上升，压力信号传递时，会有时间延迟，响应不良的现象。

液压油还有其他一些性质，如稳定性、抗泡沫性、抗乳化性、防锈性、润滑性以及相容性等。

### 3、闪火点

油温升高时，部分油会蒸发而与空气混合成油气，此油气所能点火的最低温度称为闪火点，如继续加热，则会连续燃烧，此温度称为燃烧点。

### 4、黏度

流体流动时，沿其边界面会产生一种阻止其运动的流体摩擦作用，这种产生内摩擦力的性质称为粘性。液压油粘性对机械效率、磨耗、压力损失、容积效率、漏油及泵的吸入性影响很大。

粘性的大小可用黏度来表示，分为动力粘度、运动粘度和相对粘度来度量。

**动力粘度 ( $\mu$ ) 又称绝对黏度**，它表示流动也体内摩擦力大小的黏性系数，其物理意义为：液体在单位速度梯度下流动时，接触液层间单位面积上内摩擦力。

为比例常数，即动力粘度  $\tau = F/A = \mu \cdot du/dy$        $\mu = \tau \cdot dy / du$

单位：Pa·s    1Pa·s=10P=1000cP

**运动粘度**  $\nu = \mu / \rho$ ，没有明确的物理意义，但是工程实际中常用的物理量。单位：1m<sup>2</sup>/S = 104St(斯) =106 CSt (厘斯)

国际标准化组织 ISO 规定统一采用运动粘度来表示油液的粘度级。

我国的液压油以 40℃时运动粘度中心值（以 mm<sup>2</sup>/s 计）为粘度等级标号，即牌号。例如，牌号为 L—HL22 的普通液压油在

40℃时运动粘度的中心值为 22mm<sup>2</sup>/s

**相对粘度**又称**条件粘度**，我国采用恩氏粘（°E）。

粘度随着温度升高而显著下降（粘温特性），几种国产液压油的粘度—温度曲线参图。

粘度随压力升高而变大（粘压特性）。

1) 粘度和压力的关系

∴ P ↑, F ↑, μ ↑

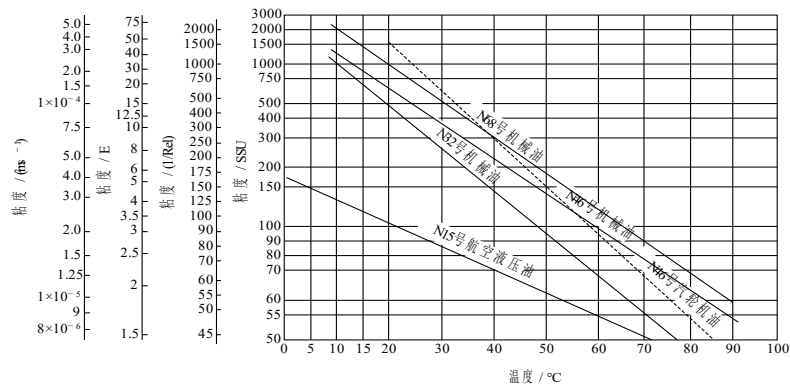
∴ μ 随 p ↑ 而 ↑, 压力较小时  
忽略, 32Mpa 以上才考虑

2) 粘度和温度的关系

∴ 温度 ↑, 内聚力 ↓, μ ↓

∴ 粘度随温度变化的关系叫粘温特性，粘度随温度的变化较小，即

粘温特性较好粘温特性较好。



### 影响粘度的因素

#### 压力影响

压力增大，粘度增大

P < 20MPa 可忽略压力影响

P > 20MPa 应考虑压力的影响

压力约为 40MPa 时，粘度增大为原来的两倍

#### 温度影响

粘度对温度变化敏感

温度升高，粘度显著降低

#### 相对粘度：

雷式粘度

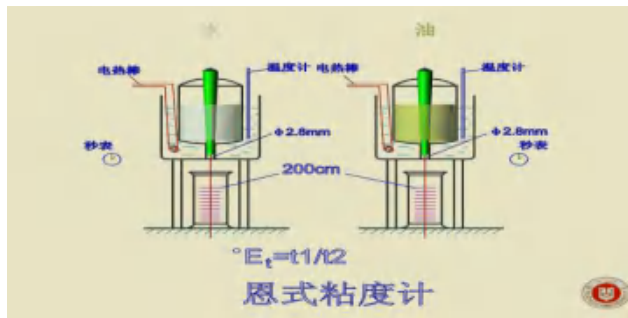
R 英国 欧洲 SSU 美国 °E 俄 德 中

#### 恩氏粘度

200ml 温度为 T 的被测液体, 流经恩氏粘度计小孔 (直径为 2.8mm)

所用时间 t<sub>1</sub>, 与同体积 20 度的水通过小孔所用时间 t<sub>2</sub> 之比。

$$E = \frac{t_1}{t_2} \quad \text{单位:无量纲}$$



### 恩式粘度实验 视频

### 三、液压油的选用

液压油有很多品种，可根据不同的使用场合选用合适的品种，在品种确定的情况下，最主要考虑的是油液的粘度，其选择主要考虑如下因素。

#### 1、液压系统的工作压力

工作压力较高的系统宜选用粘度较高的液压油，以减少泄露；反之便选用粘度较低的油。

例如，当压力  $p=7.0\sim 20.0$  MPa 时，宜选用 N46~N100 的液压油；当压力  $p<7.0$  MPa 时，宜选用 N32~N68 的液压油。

#### 2、运动速度

执行机构运动速度较高时，为了减小液流的功率损失，宜选用粘度较低的液压油。

#### 3、液压泵的类型

在液压系统中，对液压泵的润滑要求苛刻，不同类型的泵对油的粘度有不同的要求，具体可参见有关资料。


对液压油液的选用和要求

- (1)合适的粘度和良好的粘温特性，运动粘度大多为（13~68cSt）。
- (2)良好的化学稳定性。体积膨胀系数低，比热容高。
- (3)良好的润滑性能
- (4)质地纯净
- (5)对金属和密封件有良好的相容性
- (6)抗泡沫性好，抗乳化性好，腐蚀性小，抗锈性好
- (7)流动点和凝固点低，闪点和燃点高，经济性好

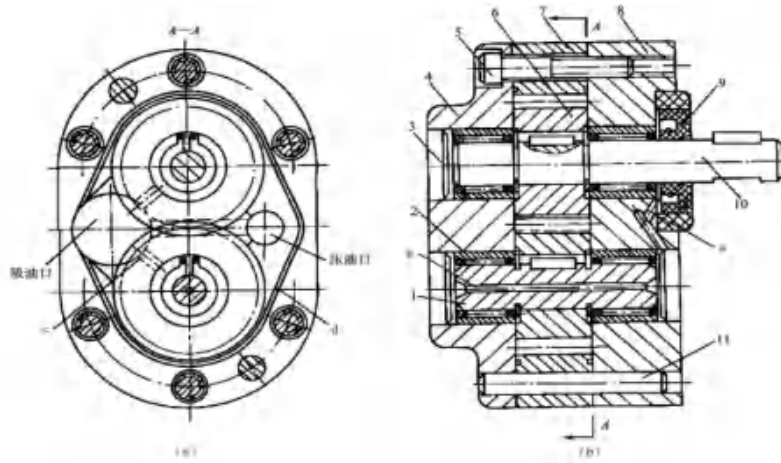
	<p><b>四、液压油的污染与保养</b></p> <p>液压油使用一段时间后会受到污染，常使阀内的阀芯卡死，并使油封加速磨损及液压缸内壁磨损。造成液压油污染的原因有如下三个方面。</p> <p><b>1、污染</b></p> <p>液压油的污染的一般可分为外部侵入的污物和外部生成的不纯物。</p> <p>(1) 外部侵入的污物：液压设备在加工和组装时残留的切屑、焊渣、铁锈等杂物混入所造成的污物，只有在组装后立即清洗方可解决。</p> <p>(2) 外部生成的不纯物：泵、阀、执行元件、“O”形环长期使用后，因磨损而生成的金属粉末和橡胶碎片在高温、高压下和液压油发生化学反应所生成的胶状污物。</p> <p><b>2、恶化</b></p> <p>液压油的恶化速度与含水量、气泡、压力、油温、金属粉末等有关，其中以温度影响为最大，故液压设备运转时，须特别注意油温之变化。</p> <p><b>3、泄漏</b></p> <p>液压设备配管不良、油封破损是造成泄漏的主要原因，泄漏发生时，空气、水、尘埃便可轻易地侵入油中，故当泄漏发生时，必须立即加以排除。</p> <p>液压油经长期使用，油质必会恶化，一般采用目视法判定油质是否恶化，当油的颜色混浊并有异味时，须立即更换。液压油的保养方法有两种：一种是定期更换（约为 5000~20 000 小时）；另一种是使用过滤器定期过滤。</p>	
<p><b>任务实施</b></p>	<p>1、判断油的类别。</p> <p>2、观察油的颜色。</p> <p>3、判断油的黏度大小。</p>	
<p><b>任务小结</b></p>	<p>1. 课下多注意观察液压油实物，并对气物理性质作判别。</p> <p>2. 任务练习题。</p>	

## 模块一 M7120 平面磨床液压系统安装与调试

## 项目二 认知 M7120 型平面磨床动力装置

任务名称	任务一 认知 M7120 型平面磨床动力装置		课次	
授课班级		学时	2	上课地点
教学目标	能力目标	知识目标	素质目标	
	1、能表述液压气动系统的结构组成 2、能表述 M7120 型平面磨床动力装置的功用 3、能够拆装常见液压泵（齿轮泵、叶片泵、柱塞泵） 4、能掌握开启系统和关闭系统时的	1、能表述 M7120 型平面磨床动力装置的功用。 2、能表述的液压泵的工作原理、结构、图型符号、型号	1、岗位精神 2、团队合作意识的培养 3、培养良好的设备维护和保养意识 4、培养实干、创新意识	
任务引入	<p>任务引入：</p>  <p>图示为一台 M7120 型平面磨床，在其液压系统中产生压力油的关键元件是其中的动力元件—液压泵。即（液压源）动力装置，由它产生压力油通过管道驱动外部的执行元件动作。要求系统工作稳定，效率高，怎样实现？</p>			备注
任务分析	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. M7120 型平面磨床液压动力装置（液压泵）的功用。</li> <li>2. M7120 型平面磨床液压动力装置（液压泵）的主要性能和参数。</li> <li>3. M7120 型平面磨床液压动力装置（液压泵）的分类和结构。</li> <li>4. M7120 型平面磨床液压动力装置（液压泵）的图形符号识读。</li> <li>5. M7120 型平面磨床液压动力装置（液压泵）的应用场合及选型。</li> </ol>			



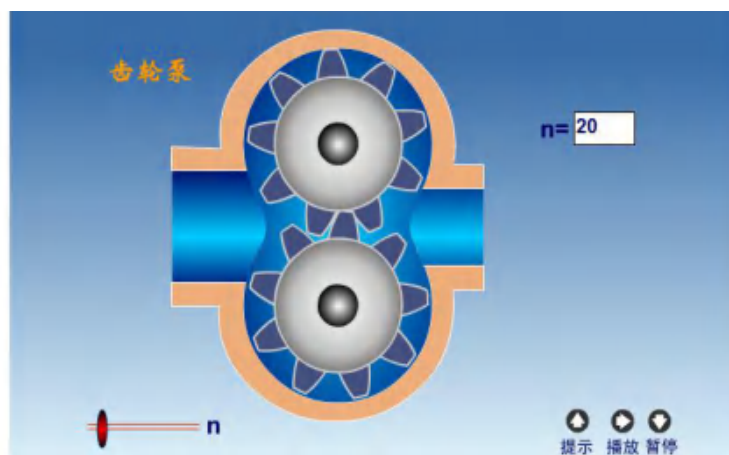


1—短轴 2—滚针轴承 3—油堵 4、8—前、后泵盖 5—螺钉  
6—齿轮 7—泵体 9—密封圈 10—长轴 11—定位销

**1、齿轮泵（外啮合齿轮泵）工作原理：**

如图所示：

- 1) 当齿轮泵主动齿轮转动，吸油腔齿轮脱离啮合，齿轮的轮齿退出齿间，使密封容积增大，形成局部真空，油箱中的油液在外界大气压的作用下，经吸油管路、吸油腔进入齿间。
- 2) 随着齿轮转动，吸入齿间的油液被带到另一侧，进入压油腔。这是齿轮进入啮合，使密封性逐渐减小，齿轮间部分的油液被挤出，形成了齿轮的压油过程。
- 3) 齿轮啮合时齿向接触线把吸油腔和压油腔分开，起配油作用。
- 4) 当齿轮泵的主动齿轮有电机带动不断转动时，齿轮脱离啮合一侧，由于密封容积变大，则不断从油箱中吸油，轮齿进入啮合的一侧，由于密封容积减小则不断地排油，形成一个不断循环的过程。



	<p><b>2、齿轮泵的优缺点：</b></p> <p>1) 优点：结构简单、紧凑，容易制造、成本低对油液污染不敏感、工作可靠，维护方便、寿命长；</p> <p>2) 缺点：齿轮承受不平衡的径向液压力，轴承磨损严重，工作压力的提高受到限制；流量脉动大，导致系统压力脉动大，噪声高。</p> <p><b>（三）M7120 型平面磨床液压系统动力装置（液压泵）的性能和参数</b></p> <p><b>1. 额定压力 (P<sub>m</sub>)</b></p> <p>液压泵在正常工作条件下，按试验标准规定连续运转的最高压力称为液压泵的额定压力。</p> <p><b>2. 工作压力 (P)</b></p> <p>液压泵实际工作时的输出压力称为液压泵的工作压力。工作压力取决于外负载的大小和排油管路上的压力损失，其值随负载而定，但不得超过额定值，且与液压泵的流量无关。</p> <p>速有关 <math>q=v*n</math>；</p> <p>变量泵可以调排量，流量与驱动泵的电机转速有关，压力大小和驱动的负载有关，负载越大，压力越大（当然在额定的范围内）；</p> <p>流量大了，油缸运动速度肯定增大。</p> <p><b>3. 流 量 （单位：L/min）</b></p> <p>流量为泵单位时间内排出的液体体积 (L / min)，有理论流量 <math>q_t</math>、额定流量 <math>Q_m</math> 和实际流量 <math>q</math> 三种。</p> <p>（1）理论流量 <math>q_t</math> :理论流量是指在不考虑液压泵的泄漏流量的条件下，在单位时间内所排出的液体体积。如果液压泵的排量为 <math>V</math>，其主轴转速为 <math>n</math>，则该液压泵的理论流量 <math>q_t</math> 为</p> $q_t = V * n$ <p>式中 <math>V</math> 为液压泵的排量 (L/r)，<math>n</math> 为主轴转速 (r/min)</p> <p>（2）实际流量 <math>q</math>： 液压泵在某一具体工况下，单位时间内所排出的液体体积称为实际流量，它等于理论流量 <math>q_t</math> 减去泄漏和压缩损失后的流量 <math>\Delta q</math>，即</p> $q = q_t - \Delta q$ <p>（3）额定流量 <math>q_m</math>： 在正常工作条件下，该试验标准规定（如在额定压力和额定转速下）必须保证的流量。</p>	
--	---	--

4. 功率（单位：W 或 KW）

单位时间内所做的功称为功率。

(1) 输入功率  $P_i$ : 由原动机输入给泵轴的功率称为输入功率。

$$P_i = 2 \pi n T_i$$

其中  $n$ ---输入转速（泵转速），r/s；  $T_i$ ---输入转矩，N\*m

(2) 输出功率  $P$ : 泵的出口输出的功率称为输出功率。

$$P = P \cdot q$$

其中  $P$  ---泵的出口压力，Pa；  $q$ ---泵的出口流量， $m^3/s$   
容积效率和机械效率

液压泵的容积效率  $\eta_v$  的计算公式为

$$\eta_v = q / q_t$$

液压泵的机械效率  $\eta_m$  的计算公式为

$$\eta_m = T_t / T_i$$

式中， $T_t$  表示泵的理论转矩； $T_i$  表示泵的实际被输入转矩。

泵的总效率和功率

泵的总效率  $\eta$  的计算公式为

$$\eta = P \cdot q / 2 \pi n T_i = \eta_v \eta_m = P / P_i$$

式中，其中  $P$  ---泵的出口压力，Pa；  $q$ ---泵的出口流量， $m^3/s$

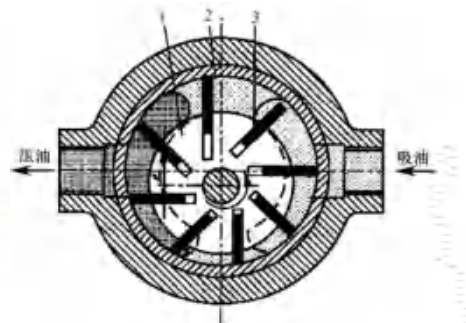
$n$ ---输入转速（泵转速），r/s；  $T_i$ ---输入转矩，N\*m

$P$  表示泵实际输出功率； $P_M$  表示电动机输出功率。

(四) 叶片泵

叶片泵广泛的应用于机械制造中的专用机床、自动线等中、低压液压系统。

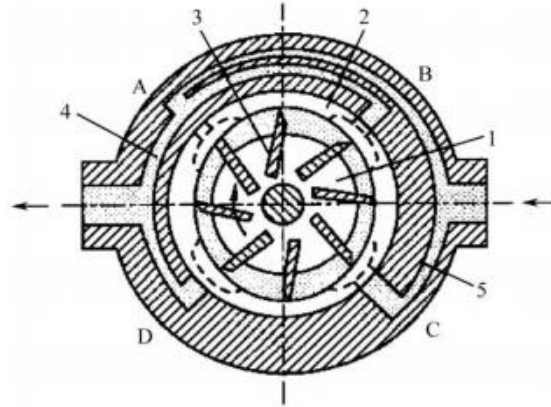
1. 叶片泵的分类:



该泵有两种结构形式：一种  
是单作用叶片泵（变量泵），另一种是双作用式叶片泵（定量泵）。

单作用叶片泵结构

1—转子 2—定子 3—叶片

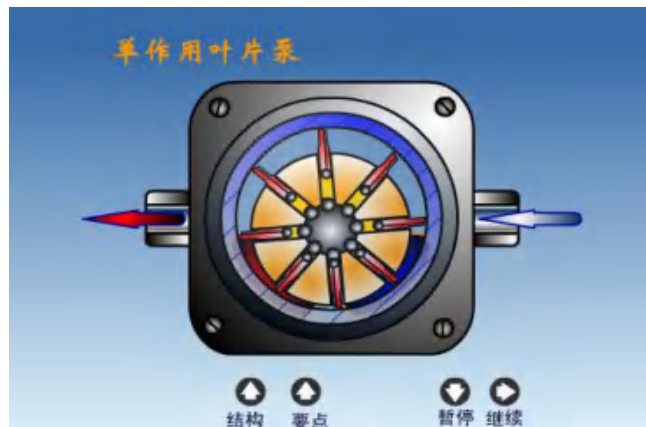


双作用叶片泵结构

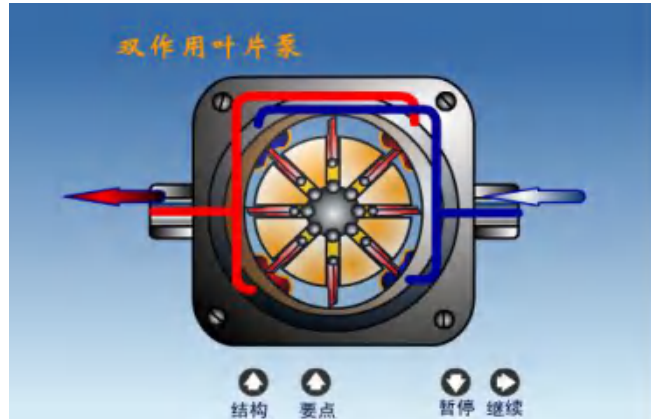
1—转子 2—定子 3—叶片

**2. 叶片泵的工作原理：**

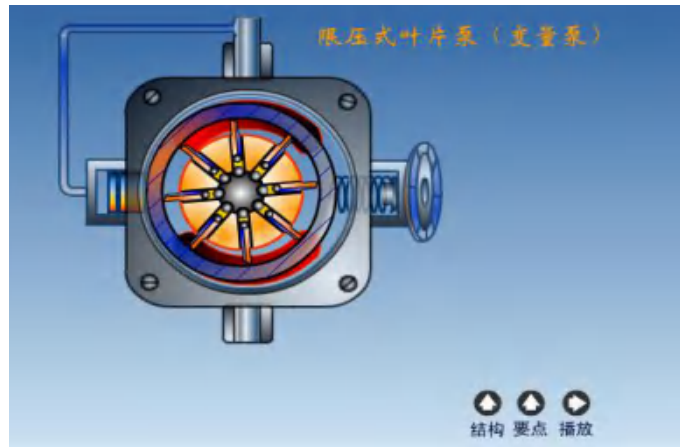
右图为单作用叶片泵的工作原理图，改变转子与定子的偏心量，即可改变泵的流量，偏心越大，流量越大，如调成几乎是同心，则流量接近于零。因此单作用叶片泵大多为变量泵。



右图为双作用叶片泵的工作原理图改变转子与定子的偏心量，即可改变泵的流量，偏心越大，流量越大，如调成几乎是同心，则流量接近于零。因此单作用叶片泵大多为变量泵



右图为限压式变量泵工作原理图，当负荷小时，泵输出流量大，负载可快速移动，当负荷增加时，泵输出流量变少，输出压力增加，负载速度降低，如此可减少能量消耗，避免油温上升。



### 3. 叶片泵的优缺点：

优点：运转平稳、压力脉动小，噪音小；结构紧凑、尺寸小、流量大；  
缺点：对油液要求高，如油液中有杂质，则叶片容易卡死；与齿轮泵相比结构较复杂。

## （五）柱塞泵

柱塞泵是通过柱塞在液压缸内做往复运动来实现吸油和压油。与齿轮泵和叶片泵相比，该泵能以最小的尺寸和最小的重量供给最大的动力，为一种高效率的泵，但制造成本相对较高。该泵一般应用于高压、大流量、大功率的场合。

### 1. 柱塞泵的分类：

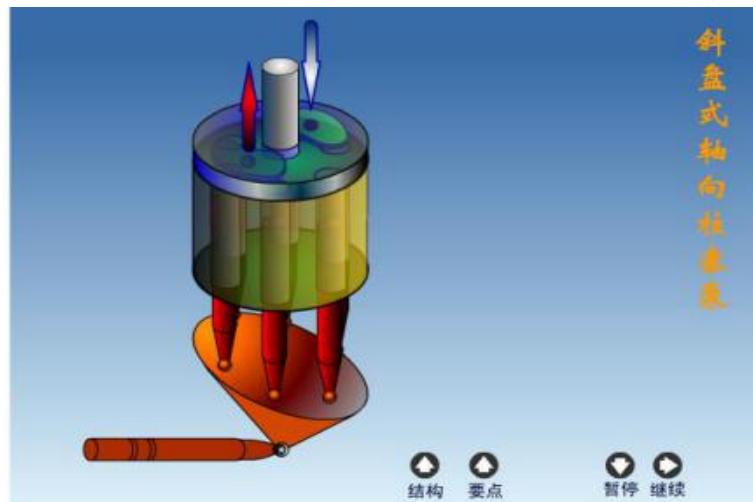
该泵一般分为两大类：一种是轴向式和另一种是径向式，而轴向式一般又可分为直轴式和斜轴式两种，其中直轴式应用最广。



(轴向式) 柱塞泵

1—缸体 2—配油盘 3—柱塞 4—斜盘 5—传动轴 6—弹簧

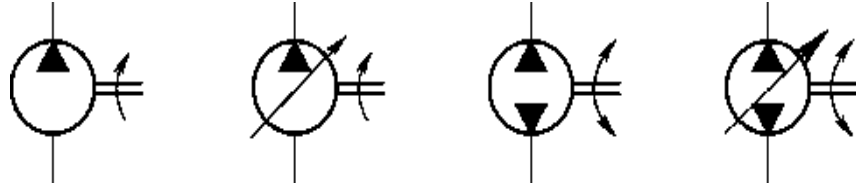
2. 轴向式柱塞泵工作原理:



- 1) 缸体上均布有若干个((7 或 g 个)轴向排列的柱塞, 柱塞与缸体孔以很精密的间隙配合, 一端顶在斜盘上, 当齿轮泵泵轴与缸体固连在一起旋转时, 柱塞既能随缸体在泵轴的带动下一起转动, 又能在缸体的孔内灵活往复移动, 柱塞在缸体内自下而上旋转的左上半周内逐渐向左伸出, 使缸体孔右端的 T 作腔体积不断增加。产生局部真空. 油液经配油盘上吸油腔被吸进来。
- 2) 当柱塞在其自上而下回转的右下半周内逐渐向右缩回缸内, 使密封工作腔体积不断减小, 将油从配油盘上的排油胶向外排出。
- 3) 缸体每转一转, 每个柱塞往复运动一次, 完成一次压油和一次吸油。缸体连续旋转, 则每个柱塞不断吸油和压油, 给液压系统提供连续的压力油。

(六) M7120 型平面磨床液压系统动力装置 (液压泵) 的图形符号识读

根据国标 GB/T 786.1—1993, 液压泵的图形符号如图



单向定量泵

单向定量泵

双向定量泵

双向变量泵

液压泵的图形符号

### (七) 选择液压泵的原则

选择液压泵的原则是：根据主机工况、功率大小和系统对工作性能的要求，首先确定液压泵的类型，然后按系统所要求的压力、流量大小确定其规格型号。

性能	外啮合齿轮	双作用叶片	限压式变量叶	轴向柱塞
输出压力	低压	中压	中压	高压
流量调节	不能	不能	能	能
效率	低	较高	较高	高
输出流量脉动	很大	很小	一般	一般
自吸特性	好	较差	较差	差
对油的污染敏	不敏感	较敏感	较敏感	很敏感
噪声	大	小	较大	大

任务实施

拆装齿轮泵

任务小结

回想一下：结构 原理 特点 应用场合



a) 齿轮泵



(b) 柱塞泵



(c) 叶片泵

1. 课下多观察液压泵实物及使用场合。
2. 任务练习题。

## 机械零件与典型机构电子教案

授课 章节	第二部分 机械连接 第二章 键、销连接 第一节 键连接、第二节 花键连接、第三节 销连接				
课程 类别	专业核心课 程	学时分 配	2 学时	序号	2-1
教学 目的 与要 求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解轴毂连接的方法及特点。</li> <li>2. 掌握平键连接的类型与应用。</li> <li>3. 掌握半圆键的特点与应用。</li> <li>4. 了解楔键、切向键的特点与应用。</li> <li>5. 了解花键的特点与应用。</li> <li>6. 了解销连接类型与应用。</li> </ol>				
教学 基本内容	第二部分 机械连接 第二章 键、销连接 第一节 键连接 键连接的类型及其结构形式 平键连接类型及其结构形式 普通平键、导向平键和滑键 <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 半圆键连接</li> <li>3. 楔键连接</li> <li>4. 切向键连接</li> </ol> 二、键的选择 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 类型选择</li> <li>2. 尺寸选择</li> </ol> 三、平键连接的装配 装配的技术要点 第二节 花键连接 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 矩形花键连接</li> <li>2. 渐开线花键连接</li> </ol> 第三节 销连接 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 圆柱销</li> </ol>				

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 圆锥销</li> <li>3. 特殊型式销</li> </ol>
<b>教学重点</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平键连接的的类型与应用。</li> <li>2. 键的选择与强度校核。</li> <li>3. 平键连接的装配。</li> <li>4. 销连接的装配。</li> </ol>
<b>教学难点</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平键连接的的类型与应用。</li> <li>2. 键的选择与键的强度校核。</li> <li>3. 平键连接的装配。</li> </ol>
<b>教学方法和手段</b>	主教学方法为讲授法，建议在多媒体教室授课，借助多媒体技术（课件）、键连接模型进行教学。
<b>教学过程</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课前提问</li> <li>2. 课程引入</li> <li>3. 内容讲解</li> </ol> <p>借助于多媒体课件和模型，结合实例讲解键连接的组成、特点、类型、应用；花键连接的类型、特点、应用；销连接的类型、特点、应用；平键连接的装配，销连接的装配。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. 复习总结</li> <li>5. 布置作业</li> </ol>
<b>参考资料</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 隋明阳，机械设计基础(第2版)，北京：机械工业出版社，2010</li> <li>2. 栾学钢 赵玉奇 陈少斌，《机械基础》. 北京：高等教育出版社，2010. 7</li> <li>3. 徐刚涛，《机械设计基础》，北京：高等教育出版社，2007. 5</li> </ol>
<b>作业</b>	2-1 、 2-2、 2-3、 2-4、 2-5、 2-6、 2-7、 2-10
<b>教学后记</b>	

## 机械零件与典型机构课程 教案

授课章节	第六章 齿轮传动 第一节 齿轮传动（一）			
课程类别	专业核心课程	学时分配	2 学时	序号 3-3
教学目的 与要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解齿轮传动的特点、分类和应用。</li> <li>2. 了解渐开线的形成与渐开线齿廓。</li> <li>3. 认识齿轮各部分名称。</li> <li>4. 理解齿轮主要参数的含义。</li> <li>5. 掌握标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸计算。</li> <li>6. 掌握直齿圆柱齿轮正确啮合条件。</li> <li>7. 掌握圆柱齿轮传动比的计算。</li> </ol>			
教学基本内容	<p>第三部分 机械传动</p> <p>第六章 齿轮传动</p> <p>第一节 齿轮传动</p> <p>一、齿轮传动的特点、分类和应用</p> <p>（1）齿轮传动有以下特点</p> <p>（2）齿轮传动类型</p> <p>二、渐开线与渐开线齿轮</p> <p>三、齿轮各部分名称及主要参数</p> <p>（1）齿顶圆和齿根圆</p> <p>（2）齿厚、齿槽宽和齿距</p> <p>（3）分度圆</p> <p>（4）齿数</p> <p>（5）模数</p> <p>（6）压力角 <math>\alpha</math></p> <p>（7）齿顶高、齿根高和全齿高</p> <p>（8）齿宽</p> <p>四、标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸</p> <p>五、正确啮合条件与传动比</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 正确啮合条件</li> <li>2. 齿轮传动的传动比</li> </ol>			

<b>教学重点</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 齿轮各部分名称及主要参数。</li> <li>2. 标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸计算。</li> <li>3. 直齿圆柱齿轮正确啮合条件。</li> <li>4. 圆柱齿轮传动比的计算。</li> </ol>
<b>教学难点</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸计算。</li> <li>2. 直齿圆柱齿轮正确啮合条件。</li> </ol>
<b>教学方法和手段</b>	<p>主教学方法为讲授法，建议在多媒体教室授课，借助多媒体技术（课件）、齿轮传动零件及传动模型进行教学。</p>
<b>教学过程</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课前提问</li> <li>2. 课程引入</li> <li>3. 内容讲解 借助于多媒体课件和模型，引入齿轮传动的应用，结合实例、模型讲解齿轮传动的组成、传动原理、特点、类型，对照圆柱齿轮模型、图片讲解各部分名称，分析各部分的尺寸关系，给出标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸计算公式，并多举例计算。最后给出直齿圆柱齿轮正确啮合条件并分析以加强理解。</li> <li>4. 复习总结</li> <li>5. 布置作业</li> </ol>
<b>参考资料</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 隋明阳，机械设计基础(第2版)，北京：机械工业出版社，2010</li> <li>2. 栾学钢 赵玉奇 陈少斌，《机械基础》。北京：高等教育出版社，2010. 7</li> <li>3. 徐刚涛，《机械设计基础》，北京：高等教育出版社，2007. 5</li> </ol>
<b>思考题</b>	<p>练习题 6-2、5、6、8、16</p>
<b>作业</b>	<p>练习题 6-1、3、4、7、9、10、13、15</p>
<b>教学后记</b>	

## 机械零件与典型机构课程 教案

授课章节	第六章 齿轮传动 第一节 齿轮传动（二）			
课程类别	专业核心课程	学时分配	2 学时	序号 3-4
教学目的 与要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解渐开线齿轮的加工方法。</li> <li>2. 理解渐开线齿轮根切最少齿数。</li> <li>3. 认识齿轮失效形式。</li> <li>4. 了解齿轮常用材料和结构。</li> <li>5. 掌握齿轮传动的维护。</li> <li>6. 了解齿轮强度的概念。</li> <li>7. 了解斜齿圆柱齿轮传动、直齿圆锥齿轮的应用。</li> </ol>			
教学基本内容	<p>第三部分 机械传动</p> <p>第六章 齿轮传动</p> <p>第一节 齿轮传动</p> <p>六、渐开线齿轮的加工及根切最少齿数</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 渐开线齿轮的加工方法</li> <li>2. 根切现象与最少齿数</li> </ol> <p>七、齿轮失效形式、常用材料和结构</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 齿轮的失效形式</li> <li>2. 齿轮常用材料</li> <li>3. 圆柱齿轮的结构</li> </ol> <p>八、齿轮传动的维护</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 齿轮传动的润滑</li> <li>2. 齿轮传动的使用与维护</li> </ol> <p>九、齿轮强度的概念</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 计算准则</li> <li>2. 齿面接触疲劳强度</li> <li>3. 齿根弯曲疲劳强度</li> </ol> <p>十、其它齿轮传动简介</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 斜齿圆柱齿轮传动简介</li> <li>2. 直齿圆锥齿轮传动简介</li> </ol>			

教学重点	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 齿轮失效形式。</li> <li>2. 齿轮传动的维护。</li> </ol>
教学难点	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 渐开线齿轮根切最少齿数。</li> <li>2. 齿轮强度的概念。</li> </ol>
教学方法和手段	<p>主教学方法为讲授法，建议在多媒体教室授课，借助多媒体技术（课件）、齿轮传动零件及传动模型进行教学。</p>
教学过程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课前提问</li> <li>2. 课程引入</li> <li>3. 内容讲解 借助于多媒体课件和模型，引入齿轮传动的加工方法，通过演示，理解渐开线齿轮根切最少齿数。介绍齿轮常用材料、齿轮常用结构，通过图片或实物认识齿轮失效形式、原因等，并引入齿轮传动的维护必要性和方法，进一步说明齿轮强度的概念。最后介绍斜齿圆柱齿轮传动、直齿圆锥齿轮的应用、特点。</li> <li>4. 复习总结。</li> <li>5. 布置作业</li> </ol>
参考资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 隋明阳，机械设计基础(第2版)，北京：机械工业出版社，2010</li> <li>2. 栾学钢 赵玉奇 陈少斌，《机械基础》。北京：高等教育出版社，2010. 7</li> <li>3. 徐刚涛，《机械设计基础》，北京：高等教育出版社，2007. 5</li> </ol>
思考题	<p>练习题 6-19、20、21、22、</p>
作业	<p>练习题 6-17、18、23、24、25、26、27</p>
教学后记	

## 机械零件与典型机构课程 教案

授课章节	实践与训练 8 带传动的安装与调试				
课程类别	专业核心课程	学时分配	1 学时	序号	3-8
教学目的与要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熟悉 V 带的结构、型号与标记。</li> <li>2. 掌握 V 带传动的张紧和调整方法。</li> </ol>				
教学基本内容	实践与训练 8 带传动的安装与调试 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 观察 V 带安装实验平台（或台式钻床、普通车床）中的带传动，包括组成、形式、带轮、V 带等。</li> <li>2. 正确安装并调整 V 带。</li> </ol>				
教学重点	V 带传动的正确安装与调整。				
教学难点	V 带传动安装与调整的操作。				
教学方法和手段	本节课以学生实操为主，建议在专用实训教室授课，应配备实操用训练工具和训练设备。				
教学过程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分组</li> <li>2. 布置任务</li> <li>3. 分组实施任务。</li> <li>4. 任务评价</li> </ol>				
参考资料	1. 黄汉军，机械系统拆装(下册)，上海：上海科学技术出版社，2009				
思考题					
作业					
教学后记					

## 机械零件与典型机构课程 教案

授课章节	实践与训练 9 链传动的安装与调试			
课程类别	专业核心课程	学时分配	1 学时	序号 3-9
教学目的 与要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熟悉滚子链的结构组成、型号与标记。</li> <li>2. 掌握链传动的安装和张紧方法。</li> </ol>			
教学基本内容	<p>实践与训练 9 链传动的安装与调试</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 观察自行车中的链传动，包括组成、类型、带轮形式、链的接头形式等。</li> <li>2. 正确安装并调整链传动。</li> </ol>			
教学重点	链传动的正确安装与调整。			
教学难点	链传动安装与调整的操作。			
教学方法和手段	本节课以学生实操为主，建议在专用实训教室授课，应配备实操用训练工具和训练设备。			
教学过程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分组</li> <li>2. 布置任务</li> <li>3. 分组实施任务。</li> <li>4. 任务评价</li> </ol>			
参考资料	1. 黄汉军，机械系统拆装(下册)，上海：上海科学技术出版社，2009			
思考题				
作业				
教学后记				

## 机械零件与典型机构课程 教案

授课章节	实践与训练 10 齿轮齿侧间隙的测量				
课程类别	专业核心课程	学时分配	0.5 学时	序号	3-10
教学目的与要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解齿侧间隙对齿轮传动的功用。</li> <li>2. 掌握齿侧间隙的测量方法。</li> </ol>				
教学基本内容	实践与训练 10 齿轮齿侧间隙的测量 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 观察并分析齿侧间隙对齿轮传动的功用。</li> <li>2. 分别用压铅丝、塞尺、千分表测量齿轮的齿侧间隙。</li> </ol>				
教学重点	压铅丝、塞尺、千分表测量齿轮的齿侧间隙。				
教学难点	压铅丝、塞尺、千分表测量齿轮的齿侧间隙的操作。				
教学方法和手段	本节课以学生实操为主，建议在专用实训教室授课，应配备实操用训练工具和训练设备。				
教学过程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分组</li> <li>2. 布置任务</li> <li>3. 分组实施任务。</li> <li>4. 任务评价</li> </ol>				
参考资料	1. 黄汉军，机械系统拆装(下册)，上海：上海科学技术出版社，2009				
思考题					
作业					
教学后记					

## 机械零件与典型机构课程 教案

授课章节	实践与训练 11 齿轮齿面接触斑点的测量			
课程类别	专业核心课程	学时分配	0.5 学时	序号 3-11
教学目的 与要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解齿面接触斑点对齿轮传动的功用。</li> <li>2. 掌握齿面接触斑点的测量方法。</li> </ol>			
教学基本内容	实践与训练 11 齿轮齿面接触斑点的测量 用涂红丹油方法测量计算齿轮的接触斑点。			
教学重点	齿轮齿面接触斑点的测量。			
教学难点	齿轮齿面接触斑点的测量的操作。			
教学方法和手段	本节课以学生实操为主，建议在专用实训教室授课，应配备实操用训练工具和训练设备。			
教学过程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分组</li> <li>2. 布置任务</li> <li>3. 分组实施任务。</li> <li>4. 任务评价</li> </ol>			
参考资料	1. 刘晓芬，机械基础(综合实践模块)(多学时)——减速器的拆装和调试，北京：电子工业出版社，2010			
思考题				
作业				
教学后记				

## 项目四 转速的测量

课题	任务一 霍尔传感器				课型	理论	
教学目的	熟悉霍尔传感器的结构、工作原理与应用。。						
重点难点	霍尔传感器的结构、工作原理与应用。						
教具挂图	多媒体设备、霍尔元件 无			教学方法	讲授、动画演示		
授课班级							
授课日期	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日	月 日

## 教 学 过 程

霍尔传感器简称霍尔元件,是目前国内外应用最为广泛的一种磁敏传感器,它是利用半导体材料的霍尔效应制成的,可用来制作特斯拉计、钳形电流表、接近开关、无刷直流电动机等。这种传感器广泛的应用于自动控制和电磁检测等各个领域。

## 一. 结构

霍尔元件的电路符号与实物如图 5.1.1 所示。

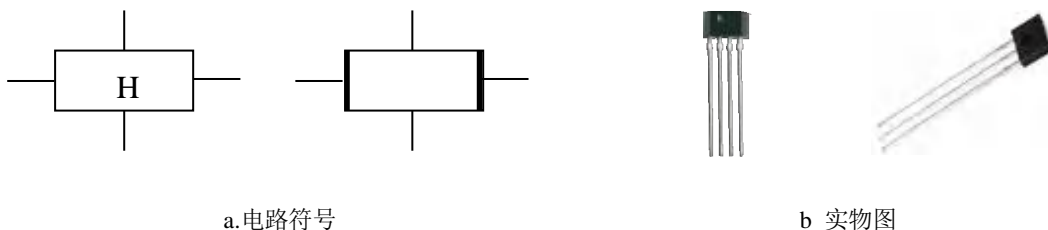
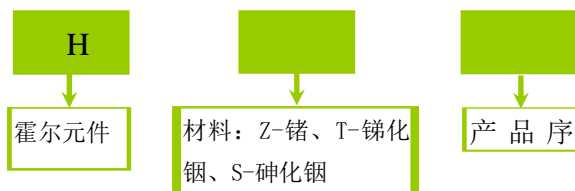


图 5.1.1 霍尔元件电路符号与实物图

## 二. 命名

国产霍尔元件型号命名的方法如下面方框图所示。



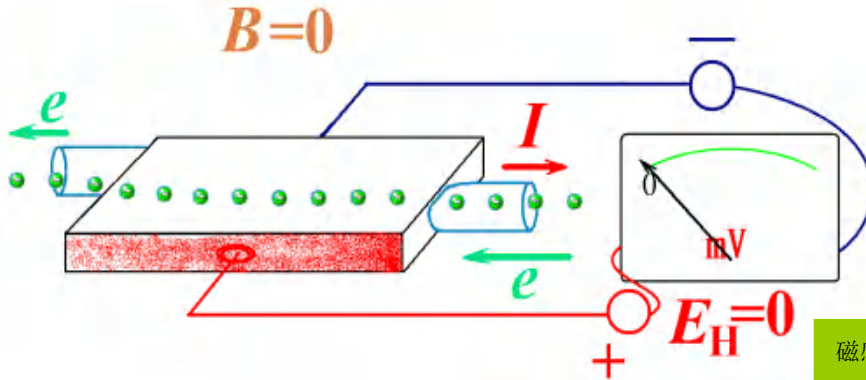
例如: HZ-1 表示的是产品序号为 1 的锗材料的霍尔元件;

HT-2 表示的是产品序号为 2 的铋化钢材料的霍尔元件。

用于制造霍尔元件的材料主要有锗 (Ge)、硅 (Si)、砷化钢 (InAs)、和铋化钢 (InSb)

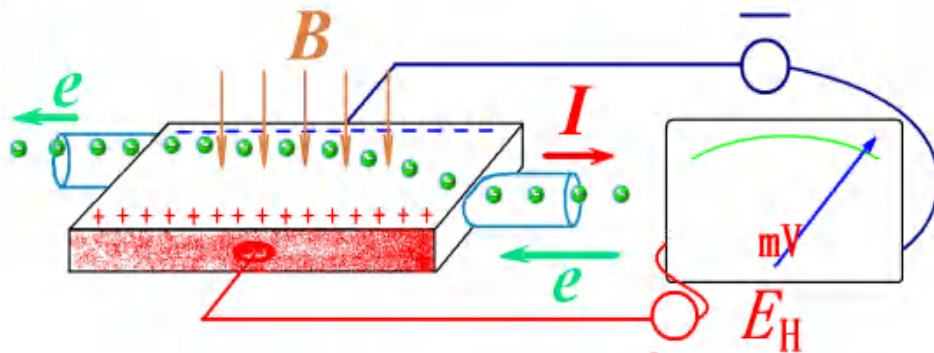
三. 工作原理

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  $E_H$ ，这种现象称为霍尔效应。



磁感应强度  $B$  为零的情况

作用在半导体薄片上的磁场强度  $B$  越强，霍尔电势也就越高。



霍尔电势  $E_H$  可用下式表示： $E_H = K_H IB$

霍尔元件的灵敏度  $K_H = 1/ned$   
 $n$ -电子浓度； $d$ -薄片厚度

- 普通霍尔元件为四端子器件，两组端子分别为霍尔电势输出端与输入电流控制端，集成的霍尔元件为三端子器件；
- 不能用导体或半导体做成霍尔元件；
- 霍尔元件不能做的太薄，否则会降低机械强度；
- P型半导体材料与N型半导体材料做成的霍尔元件，其霍尔输出电势极性相反；
- 当磁场与半导体薄片平面法线方向的夹角为  $\beta$  时，霍尔输出电势  $E_H = K_H IB \cos \beta$ 。

四. 技术参数（参看教材）

五. 应用

1. 霍尔接近开关

磁铁接近开关电路如图 5.3.2 所示。它是一个无接触磁控开关。当磁铁靠近时，开关接通；当磁铁离开后，开关断开。

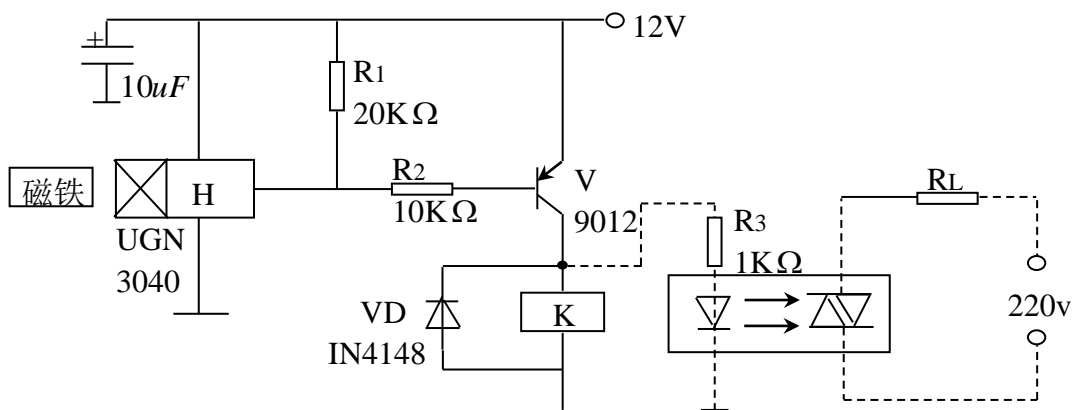
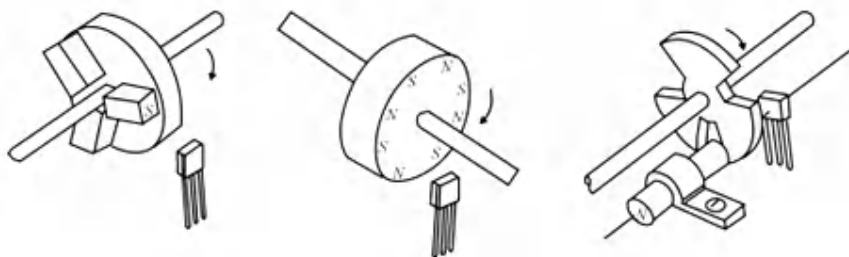


图 5.3.2 霍尔接近开关

## 2. 霍尔式转速传感器

5.3.3 是几种不同结构的霍尔式转速传感器。转盘的输入轴与被测转轴相连，当被测转轴转动时，转盘随之转动，固定在转盘附近的霍尔传感器便可在每一个小磁铁通过时产生一个相应的脉冲，检测出单位时间的脉冲数，便可知道被测转速。根据磁性转盘上小磁铁数目多少就可确定传感器测量转速的分辨率。应用实例：电动机停转报警器



## 3. 电动机停转

电动机停转报警电路如图 5.3.4 所示。该电路主要由霍尔检测、报警电路两大部分组成。

当电动机转动时，安装在电动机转轴上的磁铁以一定的频率经过霍尔传感器，霍尔传感器不断地输出脉冲信号，该信号经 C1 耦合，二极管 VD1、VD2 整流，在 C2 上形成直流高电平，晶体管 V1 截止，音乐 IC 无触发信号，无声音输出。当电动机停止转动时，霍尔传感器无脉冲信号输出。C2 为低电平，V1 导通，音乐 IC 触发，扬声器 BL 发出声音。VD3~VD5 起降压作用（因为音乐 IC 的电源电压一般为 3V）。

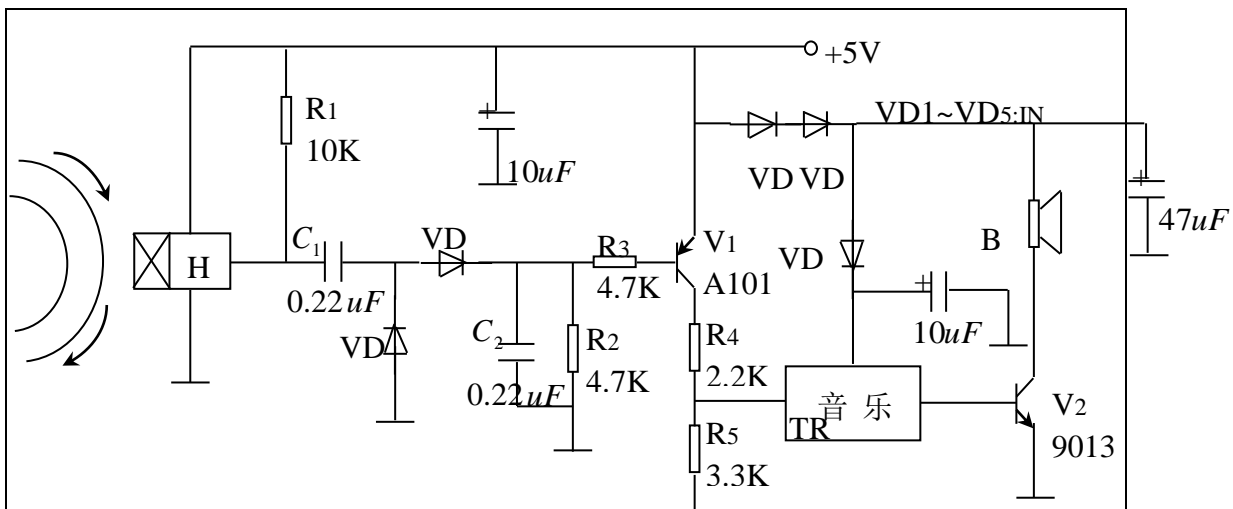
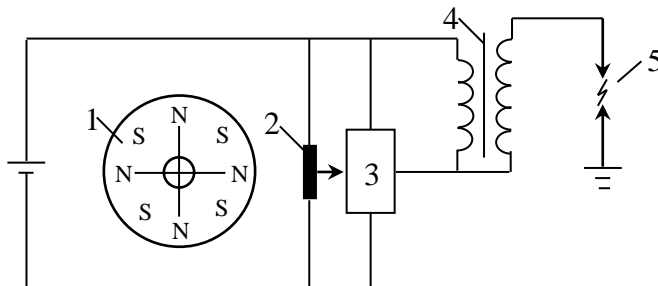


图 5.3.4 电动机停转报警电路

#### 4. 霍尔式汽车无触点点火装置

传统的机车汽缸点火装置使用机械式的分电器，存在着点火时间不准确、触点易磨损等缺点。采用霍尔开关无触点晶体管点火装置可以克服上述缺点，提高燃烧效率。四汽缸汽车点火装置如图 5.3.5 所示，图中的磁轮鼓代替了传统的凸轮及白金触点。在与发动机 主轴连接的磁轮鼓上装有与汽缸数相应的四块磁钢。当发动机主轴带动磁轮鼓转动时，每当磁钢转动到霍尔传感器处时，传感器即输出一个与汽缸活塞运动同步的脉冲信号，并用此脉冲信号去驱动晶体管功率开关，使点火线圈二次侧产生很高的感应电压，火花塞产生火花放电。



1—磁轮鼓 2—开关型霍尔集成电路 3—晶体管功率开关  
4—点火线圈 5—火花塞

图 5.3.5 霍尔点火装置示意图

小结  
作业

霍尔传感器的结构、工作原理与应用。  
P57\1\2\3

## 项目一 自动生产线的认知

## 任务二 自动生产线（YL-335B）的结构及功能

## 一、任务简介

任务二 自动生产线（YL-335B）的结构及功能			
教学时间		课程类型	一体化
授课方式	展示任务；分析决策；任务实施。		
教学方法	任务驱动；演练结合；以行动过程为导向，学生为主体的行为引导教学法。		
教学设备	YL-335B 自动化生产线设备、多媒体设备		
教学目标	<b>知识目标：</b> 1.了解 YL-335B 自动化生产线各组成单元及其基本功能； 2.了解 YL-335B 自动化生产线电气控制结构； 3.了解 YL-335B 自动化生产线供电电源及气源处理装置；		
	<b>能力目标：</b> 1.能阐述 YL-335B 自动线各组成单元及其基本功能； 2.能根据原理图进行配电柜接线； 3.会使用气源处理装置；		
	<b>素质目标：</b> 1.培养积极查阅相关资料的能力； 2.养成多角度思考、不断创新、主动探究新事物的习惯； 3.培养团队协作和沟通能力,具有安全意识；		
教学重点	YL-335B 自动化生产线各组成单元基本功能	教学难点	自动化生产线各组成单元的结构组成
考核方式	过程性考核和形成性考核相结合，任务检查与评价（考核表）		
教学过程	任务引入	下达任务书，引入任务。	
	任务资讯	为完成任务做必备的知识讲解。	
	任务分析	师生共同分析，细化工作任务。	
	任务实施	根据任务单要求，分组协作完成任务。	
	任务评价	结合学生完成的情况进行点评并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习热情。	

## 【讲授新课】

## 一、任务引入

亚龙 YL-335B 型自动生产线实训考核装备由供料单元、加工单元、装配单元、输送单元和分拣单元 5 个单元组成。自动线外观图见图 1-5。

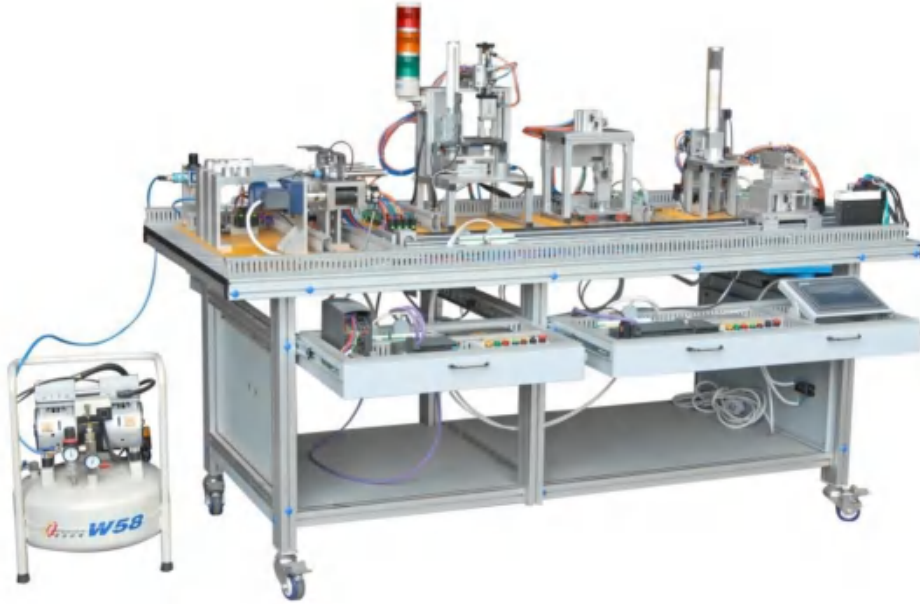


图 1-5 YL-335B 外观图

## 二、任务资讯

## (一) YL-335B 的基本功能

YL-335B 各工作单元在实训台上的分布如图 1-6 所示。

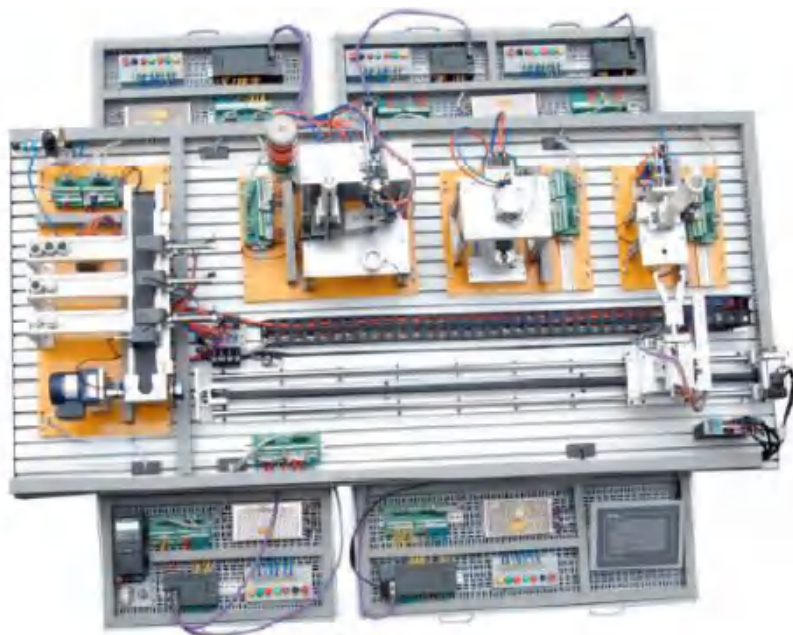


图 1-6 YL-335B 俯视图

各个单元的基本功能如下：

1. 供料单元的基本功能：供料单元是 YL-335B 中的起始单元，在整个系统中，起着向系统中的其他单元提供原料的作用。具体的功能是：按照需要将放置在料仓中待加工工件（原料）自动地推出到物料台上，以便输送单元的机械手将其抓取，输送到其他单元上。如图 1-7 所示为供料单元实物的全貌。

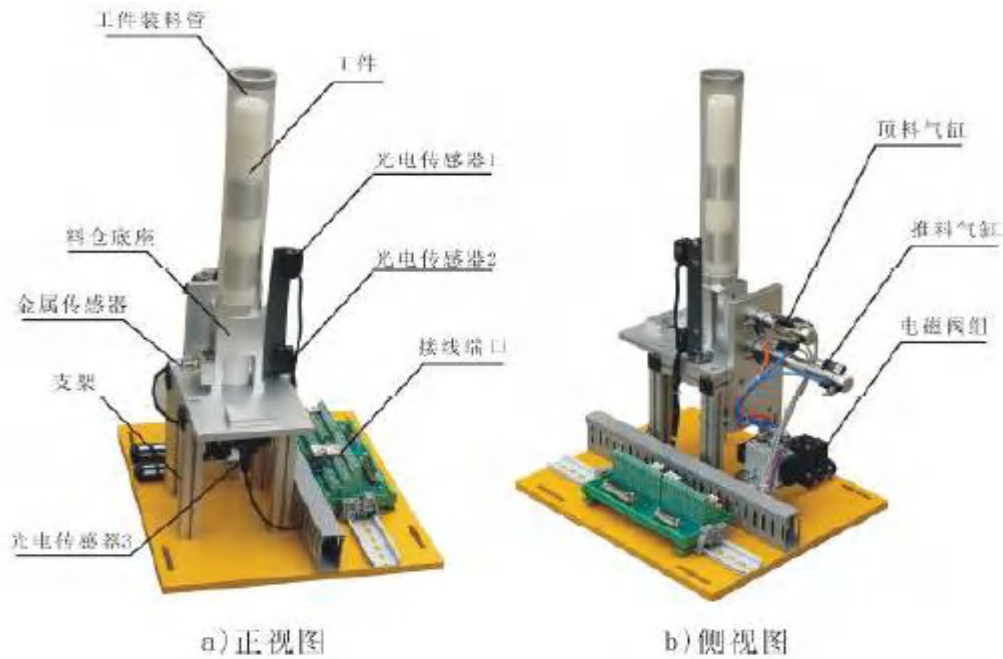


图 1-7 供料单元实物的全貌

2. 加工单元的基本功能：把该单元物料台上的工件（工件由输送单元的抓取机械手装置送来）送到冲压机构下面，完成一次冲压加工动作，然后再送回到物料台上，待输送单元的抓取机械手装置取出。如图 1-8 所示为加工单元的实物全貌。

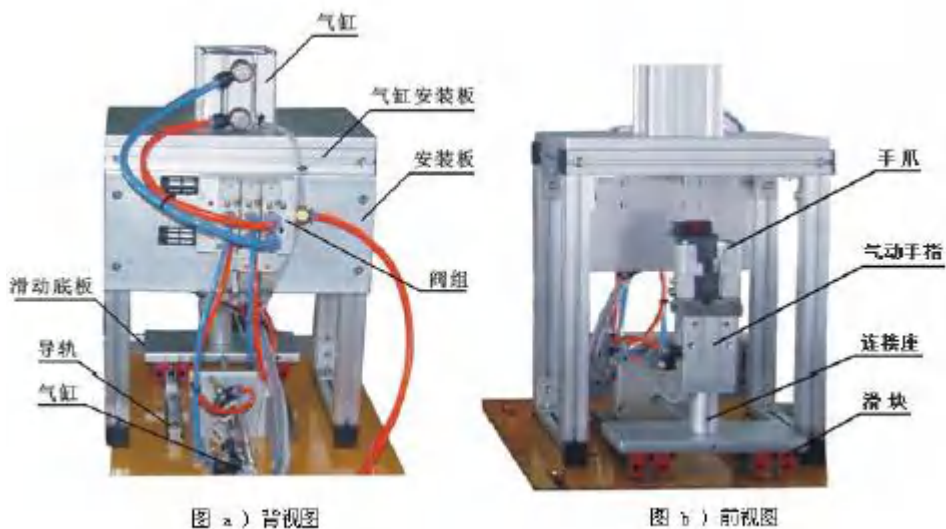


图 1-8 加工单元实物的全貌

3. 装配单元的基本功能：完成将该单元料仓内的黑色或白色小圆柱工件嵌入到已加工的工件中

的装配过程。如图 1-9 所示为装配单元的实物全貌。



图 1-9 装配单元总装实物图

4. 分拣单元的基本功能：完成将上一单元送来的已加工、装配的工件进行分拣，使不同颜色的工件从不同的料槽分流的功能。如图 1-10 所示为分拣单元的实物全貌。

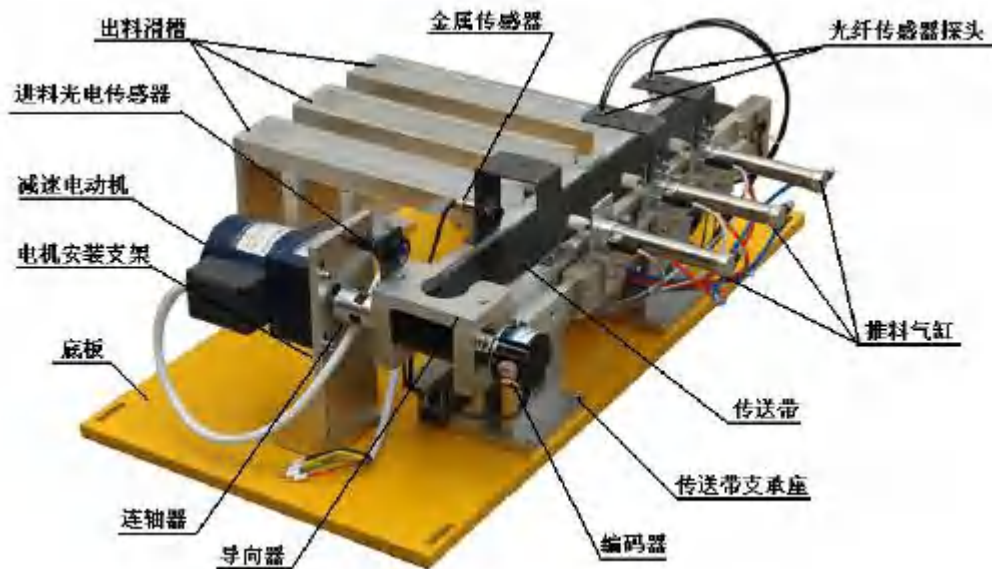


图 1-10 分拣单元实物的全貌

5. 输送单元的基本功能：该单元通过直线运动传动机构驱动抓取机械手装置到指定单元的物料台上精确定位，并在该物料台上抓取工件，把抓取到的工件输送到指定地点然后放下，实现传送工件的功能。如图 1-11 所示为输送单元的实物全貌。

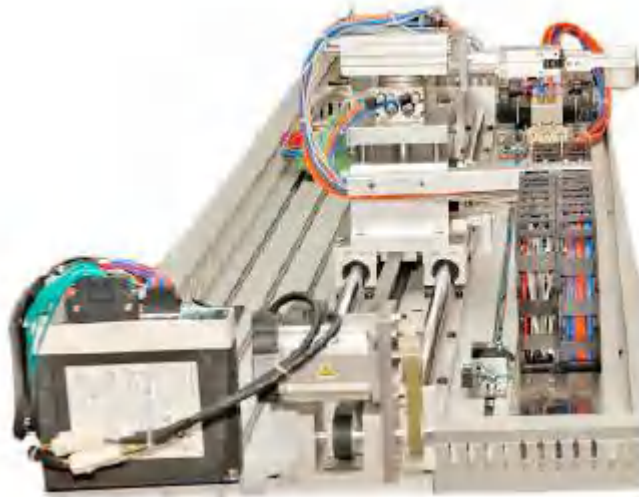


图 1-11 输送单元外观图

## （二）YL-335B 的电气控制

装置侧的接线端口的接线端子采用三层端子结构，上层端子用以连接 DC24V 电源的+24V 端，底层端子用以连接 DC24V 电源的 0V 端，中间层端子用以连接各信号线。图 1-12 和图 1-13 分别是装置侧的接线端口和 PLC 侧的接线端口。



图 1-12 装置侧接线端口



图 1-13 PLC 侧接线端口

PLC 侧的接线端口的接线端子采用两层端子结构，上层端子用以连接各信号线，其端子号与装置侧的接线端口的接线端子相对应。底层端子用以连接 DC24V 电源的+24V 端和 0V 端。



图 1-14 按钮指示灯模块

按钮指示灯模块盒上器件包括：

- (1) 指示灯（24VDC）：黄色（HL1）、绿色（HL2）、红色（HL3）各一只。

(2) 主令器件：绿色常开按钮 SB1 一只，红色常开按钮 SB2 一只，选择开关 SA（一对转换触点），急停按钮 QS（一个常闭触点）

当各工作单元通过网络互连构成一个分布式的控制系统时，对于采用西门子 S7-200 系列 PLC 的设备，YL-335B 的标准配置是采用 PPI 协议的通信方式。设备出厂的控制方案如图 1-15 所示。

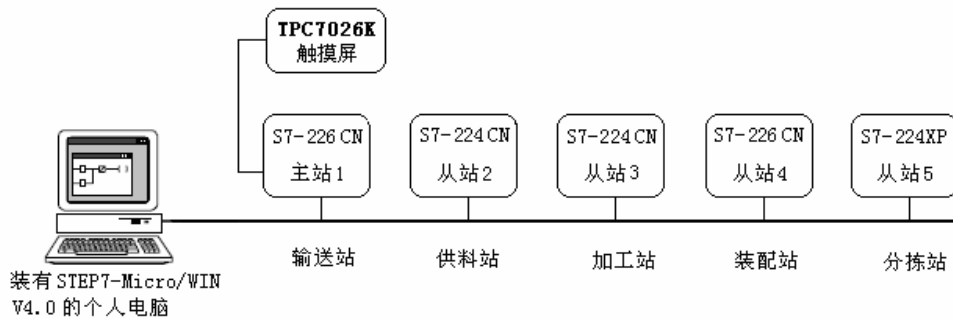


图 1-15 YL-335B 的 PPI 网络

各工作站 PLC 配置如下：

输送单元：S7-226 DC/DC/DC 主单元，共 24 点输入，16 点晶体管输出。

供料单元：S7-224 AC/DC/RLY 主单元，共 14 点输入和 10 点继电器输出。

加工单元：S7-224 AC/DC/RLY 主单元，共 14 点输入和 10 点继电器输出。

装配单元：S7-226 AC/DC/RLY 主单元，共 24 点输入，16 点继电器输出。

分拣单元：S7-224XP AC/DC/RLY 主单元，共 14 点输入和 10 点继电器输出。

### （三）人机界面

系统运行的主令信号（复位、启动、停止等）通过触摸屏人机界面给出。同时，人机界面上也显示系统运行的各种状态信息。如图 1-16 所示。



图 1-16 触摸屏

YL-335B 采用了昆仑通态（MCGS）TPC7062KS 触摸屏作为它的人机界面。TPC7062KS 是一款以嵌入式低功耗 CPU 为核心（主频 400MHz）的高性能嵌入式一体化工控机。该产品设计采用了 7 英寸高亮度 TFT 液晶显示屏（分辨率 800×480），四线电阻式触摸屏（分辨率 4096×4096），同时还预装了

微软嵌入式实时多任务操作系统 WinCE.NET（中文版）和 MCGS 嵌入式组态软件（运行版）。

#### （四）供电电源

外部供电电源为三相五线制 AC380V/220V，图 1-17 为供电电源模块一次回路原理图。图中，总电源开关选用 DZ47LE-32/C32 型三相四线漏电开关。系统各主要负载通过自动开关单独供电。其中，变频器电源通过 DZ47C16/3P 三相自动开关供电；各工作站 PLC 均采用 DZ47C5/2P 单相自动开关供电。此外，系统配置 4 台 DC24V6A 开关稳压电源分别用作送料、加工和分拣单元，及输送单元的直流电源。

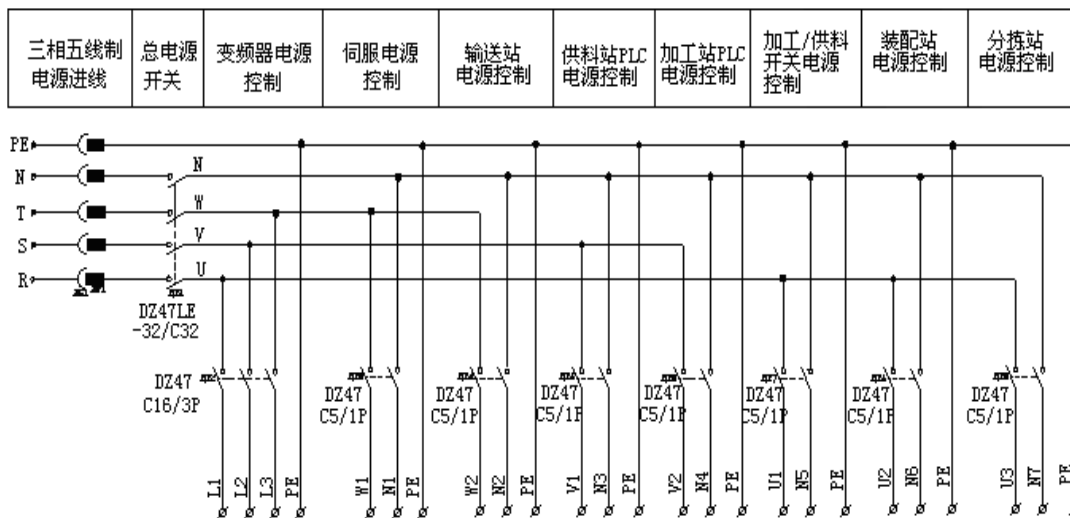


图 1-17 供电电源模块一次回路原理图

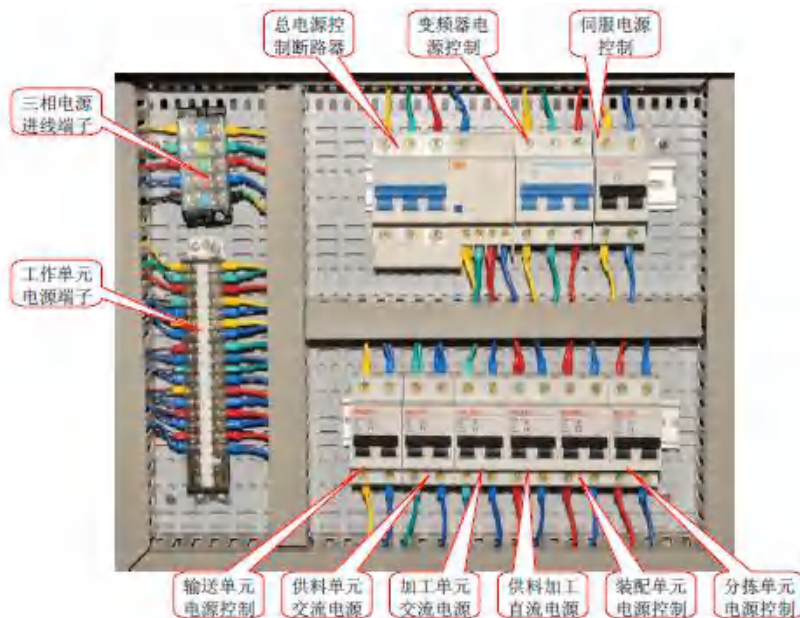


图 1-18 配电箱设备安装图

#### （五）气源处理装置

工业上的气动系统，常常使用组合起来的气动三联件作为气源处理装置。气动三联件是指空气过滤器、减压阀和油雾器。各元件之间采用模块式组合的方式连接。如下图所示。这种方式安装简

单，密封性好，易于实现标准化、系列化，可缩小外型尺寸，节省空间和配管，便于维修，便于集中管理。气源分解图见图 1-19。



图 1-19 气源分解图

YL-335B 的气源处理组件使用空气过滤器和减压阀集装在一起的气动三联件结构，组件及其回路原理图分别如图 1-20(a) 和 (b) 所示。



图 1-20 YL-335B 的气源处理组件

图中，气源处理组件的输入气源来自空气压缩机，所提供的压力要求为 0.6~1.0MPa。组件的气路入口处安装一个快速气路开关，用于启/闭气源。当把气路开关向左拔出时，气路接通气源，反之把气路开关向右推入时气路关闭。组件的输出压力为 0~0.8MPa 可调。

本组件的空气过滤器采用手动排水方式。手动排水时当水位到达滤芯下方水平之前必须排出。因此在使用时，应注意经常检查过滤器中凝结的水位，在超过最高标线以前，必须排放，以免被重新吸入。

## (六) 任务检查与评价

教师检查各组完成情况，对学生分组设计过程中出现的个别问题，单独讲解，对出现的共性问题集体讲解，填写考核表，并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习热情。

## 复习：PLC 基本控制系统的设计

## 一、任务简介

项目	三相异步电动机的星一角降压启动 PLC 控制系统		
教学时间		课程类型	讲授新课
授课方式	展示任务； 分析决策； 任务实施； 任务检查与评价（考核表）		
教学方法	任务驱动教学法； 演练结合； 以学生为主体的行为引导教学法		
教学设备	电脑、西门子 CPU226 模块、三相异步电动机的星一角降压启动控制模块、安全连线若干等		
教学目标	<b>知识能力：</b> 1. 掌握三相异步电动机的星一角降压启动 PLC 控制系统。 2. 掌握定时器的分类、编程使用。		
	<b>专业能力：</b> 掌握正确的可编程控制器硬件接线方法		
	<b>情感能力：</b> 能够使用简单指令在 WIN32 软件进行编写程序，通过与同学交流吸收优秀的学习方法并能够发现自己的不足进行改正提升编程能力。		
教学重点	三相异步电动机的星一角降压启动 PLC 控制系统	教学难点	程序下载、模块接线、调试运行。
教学说明	随着社会生产的发展，现代企业对工人的技能层次要求越来越高，为了使职业教育培养出来的学生很好的适应快速发展的企业用工需求，授课过程中注重依托理论，重点加强实习实践能力培养。		

## 教 学 过 程

展示任务（课前）					
任务步骤	内容	教学方法	教学资源	参考时间	备注
1. 发布工作任务	下发任务书，观看星角降压启动动画	任务驱动	仿真动画	5 min	得实平台
2、自学知识点	发布知识点微课	视频教学法	微课	5min/个	得实平台
定时器的使用					
1、定时器的工	定时器概念、分类，工作	互动教学法	微课，PPT	45min	学生提

自动化生产线安装与调试

作原理	原理				问,教师 引导
2、单灯闪烁电 路程序的编写	编写单灯闪烁电路 I/O 分 配表, 绘制 I/O 接线图, 录入梯形图并调试	任务驱动	微课, 图片	45min	得实平 台发布 相关视 频微课 供学生 复习巩 固
任务实施 (180 min)					
任务步骤	内容	教学方法	教学资源	参考时间	备注
1、决策确定编 程方案	任务分组, 讨论确定编 程方案。	项目合作法 讨论法	PPT 教学	20min	教师适 当引导
2、器材准备	本控制系统中用到器材 名称、数量	互动教学法 项目合作法 案例教学	绘制器材表	20min	
3、本系统程序 编写	根据控制要求、确定的 I/O 分配编写梯形图、语 句表	讲授法 互动教学法	S7- 200cpu226 实 验台、PPT 投影仪	30min	确定准 确的 I/O 分配
4、程序调试运 行	利用 Step7WinIN32 软件 将梯形图输入、下载、调 试、运行成功	试验法、 调试修改法	电脑、电源模 块、	80min	得实平 台发布 相关视 频微课 供学生 复习巩 固
5、填写任务报 告书	如实填写任务报告书, 分析设计过程中的经 验, 编写设计总结	总结法、	任务报告书	30min	
任务检查与评价 (20 min)					
任务步骤	内容	教学方法	教学资源	参考时间	备注
1 点评 (表 3-3)	结合学生完成的情况进 行点评并给出考核成绩	自我认知总 结法	电脑、电源 模块、	5min	

## 一、展示任务

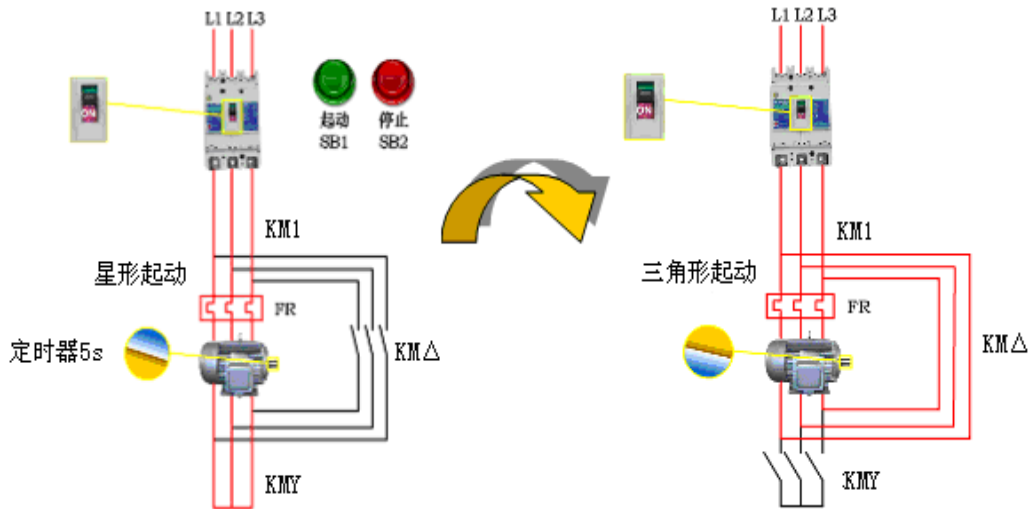


图1-3-1 电动机星角降压启动PLC控制系统

## 二、分析任务

### (一) 控制要求

控制要求为按下启动按钮, 电源和 Y 型连接接触器得电, 异步电动机接成 Y 型连接降压启动, 同时时间继电器得电, 延时 5 秒后 Y 型连接失电,  $\Delta$  型连接接触器得电, 电动机接成  $\Delta$  型正常运行。

### (二) 相关知识

#### 1、定时器指令

定时器实际是内部脉冲计数器, 可对内部 1ms、10ms 和 100ms 时钟脉冲进行加计数, 当达到用户设定值时, 触点动作。定时时间等于分辨率与设定值的乘积, S7-200 可编程控制器按工作方式分为三类通电延时型 TON、记忆通电延时型 TONR、断电延时型 TOF。定时器可以用用户程序存储器内的常数作为设定值, 也可以用数据寄存器的内容作为设定值。允许最大值为 32767。定时器预置 PT 可寻址寄存器 VW、IW、QW、MW、SMW、LW、AC、AIW、T、C 及常数。

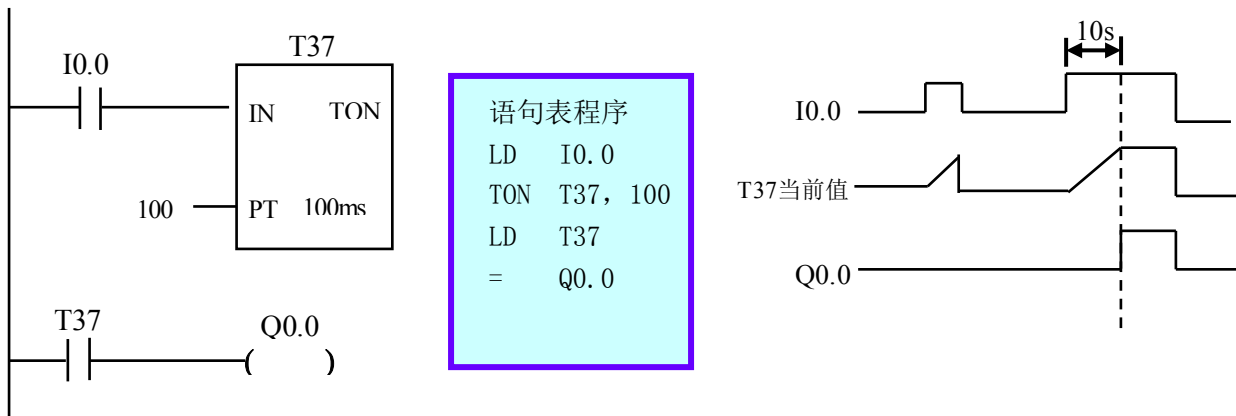
定时器类型

工作方式	时基/ms	最大定时范围/s	定时器号
TONR	1	32.767	T0, T64
	10	327.767	T0-T64, T65-T68
	100	3276.7	T5-T31, T69-T95
TON/TOF	1	32.767	T32, T96
	10	327.767	T33-T36, T97-T100
	100	3276.7	T37-T63, T101-T255

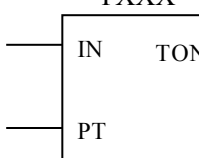
(1) 通电延时定时器 TON

梯形图	语句表		功能
	操作码	操作数	
 <p>TXX IN TON PT</p>	TON	T X X, P T	使能输入端 IN 为“1”时，定时器开始定时；当定时器当前值大于预定值 PT 时，定时器位变为 ON（位为“1”）；当定时器能输入端 IN 由“1”变为“0”时，TON 定时器复位

应用实例



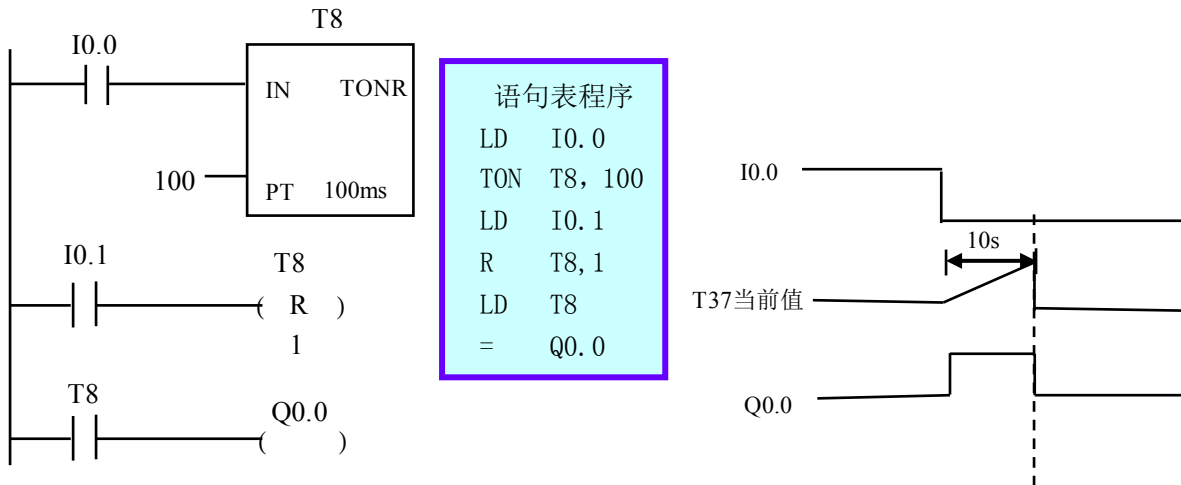
(2) 记忆型通电延时定时器 TONR

梯形图	语句表		功能
	操作码	操作数	
 <p>TXXX IN TONR PT</p>	TONR	TXXX, PT	TONR 定时器开始延时；为“0”时，定时器停止计时，并保持当前值不变；当定时器当前值达到预定值 PT 时，定时器位变为 ON（位为“1”）

说明：

(2) TONR 定时器的复位只能用复位指令来实现。

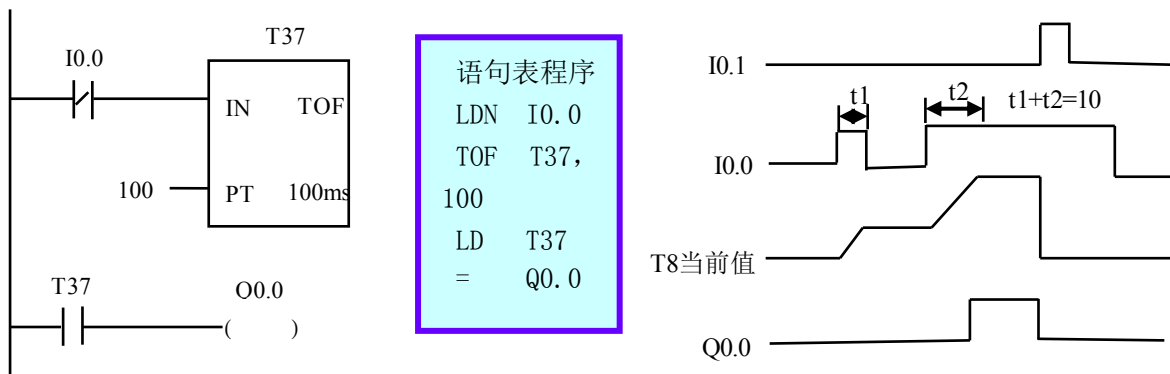
应用实例



3) 断电延时定时器 TOF

梯形图	语句表		功能
	操作码	操作数	
	TOF	TXXX, PT	TOF 定时器位变 ON, 当前值被清零; 当定时器的使能输入端 IN 为“0”时, TOF 定时器开始定时; 当当前值达到预定值 PT 时, 定时器位变为 OFF (该位为“0”)

应用实例:



三、实施

1、I/O 分配表

输入/输出信号与 PLC 地址编号对照表 1-2-1

输入信号			输出信号		
名称	功能	编号	名称	功能	编号
SB1	启动	I0.0	KM1	电源	Q0.0
SB2	停止	I0.1	KM2	Y 型启动	Q0.1
FR	过载	I0.2	KM3	△型启动	Q0.2

2、PLC 选型：德国西门子 S7-200 CPU226 可编程控制器

3、I/O 接线图

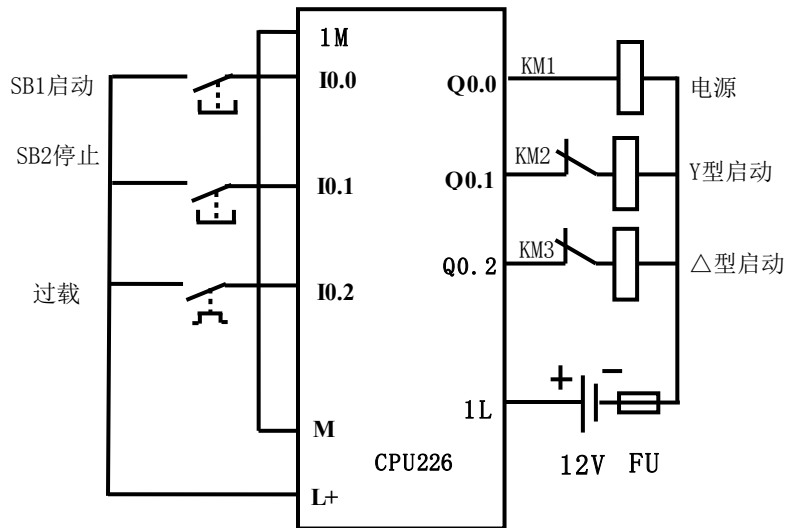


图 1-3-2 工作台自动往返 PLC 控制系统输入/输出接线图

4、系统的软件设计

根据三相异步电动机的星-角降压启动控制要求，运用可编程控制器的基本指令和定时器指令就可以实现软件编程

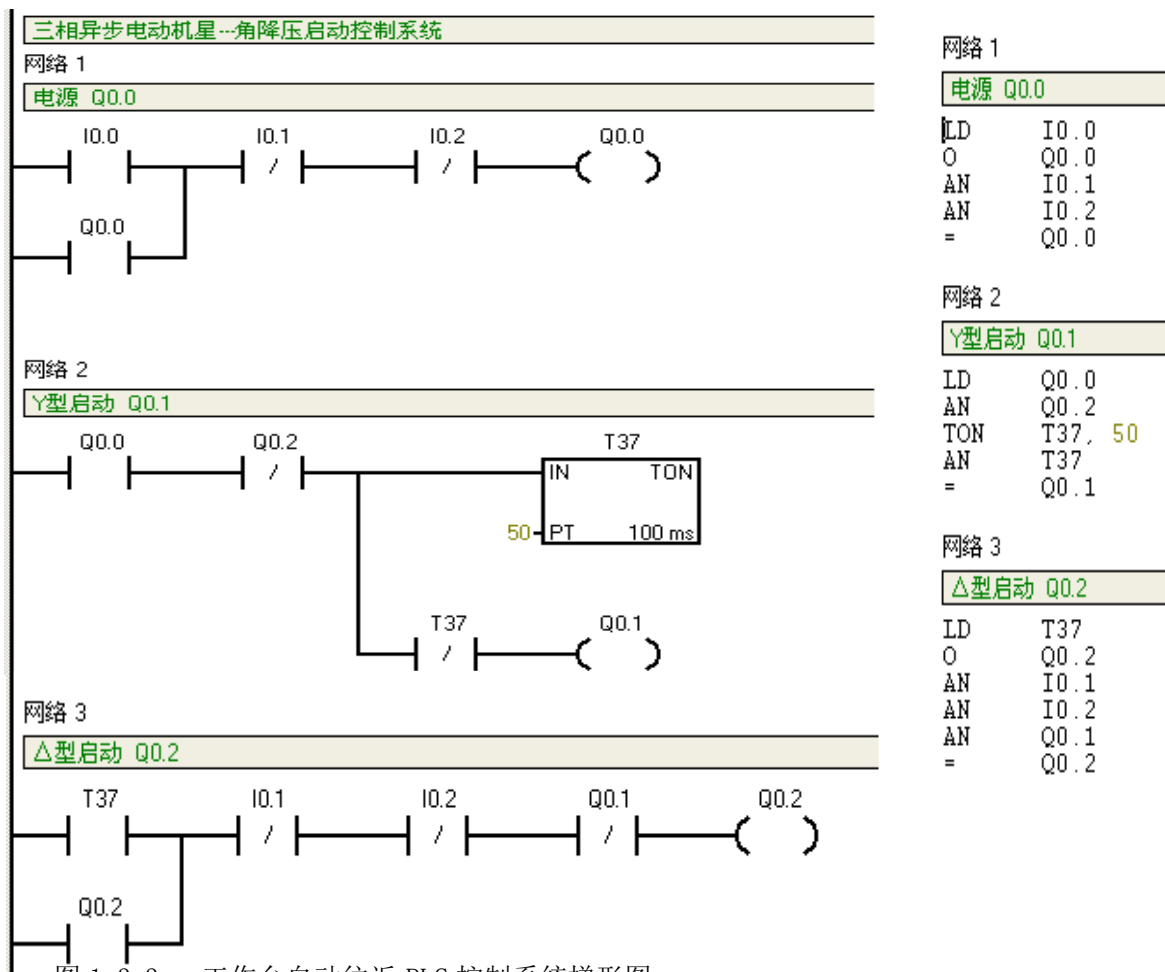


图 1-3-3 工作台自动往返 PLC 控制系统梯形图

(一) 器材准备

器材准备完成本任务的实训安装、调试所需器材如下表

器材名称	数量
PLC 基本单元 CPU226（或更高类型）	1 个
计算机	1 台
三相异步电动机星角降压启动模拟装置	1 个
导线	若干
交、直流电源	1 套
电工工具及仪表	1 套

## (二) 实施步骤

### 1、程序输入

在计算机上打开 S7-200 编程软件，选择相应 CPU 类型，建立三相异步电动机星角降压启动的 PLC 控制项目，输入编写梯形图或语句表程序。

### 2、模拟调试

将输入完成程序经程序编译后，将其导出为 aw1 格式文本文件，在 S7-200 仿真软件中打开。按下输入控制按钮，观看程序仿真结果。如与任务要求不符，则结束仿真将编程软件中程序进行分析修改，再重新导出文件经仿真软件再一步调试，指导仿真结果符合任务要求。

### 3、系统安装

系统安装可在硬件设计完成后即可进行，即可与软件、模拟调试同时进行。系统安装只需按照安装接线图进行即可。注意输入输出回路电源接入。

### 4、系统调试

确定硬件接线、软件调试结果正确后，合上可编程控制器电源开关和输出回路电源开关，按下三相异步电动机星角降压启动的启动按钮，观察可编程控制器是否有输出，输出继电器 Q 的变化顺序是否正确。如果结果不符合要求，观察输入及输出回路是否接线错误。排除故障后重新送电，启动电机运转，再次观察运行结果或者计算机显示监控画面，直到符合要求为止。

5、如实填写任务报告书，分析设计过程中的经验，编写设计总结。

## 四、任务检查与评价

## 项目二 供料站的安装与调试

## 任务1 供料站的认知

## 一、任务简介

任务1 供料站的认知	
教学时间	课程类型 一体化
授课方式	展示任务；分析决策；任务实施。
教学方法	任务驱动；演练结合；以行动过程为导向，学生为主体的行为引导教学法。
教学设备	YL-335B 自动生产线供料站模块
教学目标	<b>知识目标：</b> 1.掌握光电开关、磁性开关的结构及工作原理； 2.掌握供料站的功能及结构组成； 3.掌握供料站的操控步骤。
	<b>能力目标：</b> 1.能够利用系统原程序进行供料站的操控运行； 2.能够对供料站所使用的传感器进行正确的选择、安装与调试。
	<b>素质目标：</b> 1.具有团队协作和沟通能力； 2.具有安全意识； 3.具有刻苦钻研、积极进取的精神和能力。
教学重点	供料站的功能及结构组成
教学难点	供料站传感器的选择、安装与调试
考核方式	过程性考核和形成性考核相结合，任务检查与评价（考核表）
教学过程	任务引入 下达任务书，引入任务。
	任务资讯 为完成任务做必备的知识讲解。
	任务分析 师生共同分析，细化工作任务。
	任务实施 根据任务单要求，分组协作完成任务。
	任务评价 结合学生完成的情况进行点评并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习热情。

## 【讲授新课】

## 一、任务引入

供料站是自动生产线中的起始单元，向系统中的其他单元提供原料，相当于实际生产线中的自动上料系统。供料站的功能是根据需要将放置在料仓中的工件（原料）自动推出到出料台上，以便输送单元的机械手将其抓取、输送到其他单元上。该单元由安装在工作台面的装置侧部分和安装在抽屉内的 PLC 侧部分组成。

## 二、任务资讯

## (一) 供料站的结构

供料单元的主要结构组成为：工件装料管，工件推出装置，支撑架，阀组，端子排组件，PLC，急停按钮和启动/停止按钮，走线槽、底板等。其中，机械部分结构组成如图 2-1 所示。

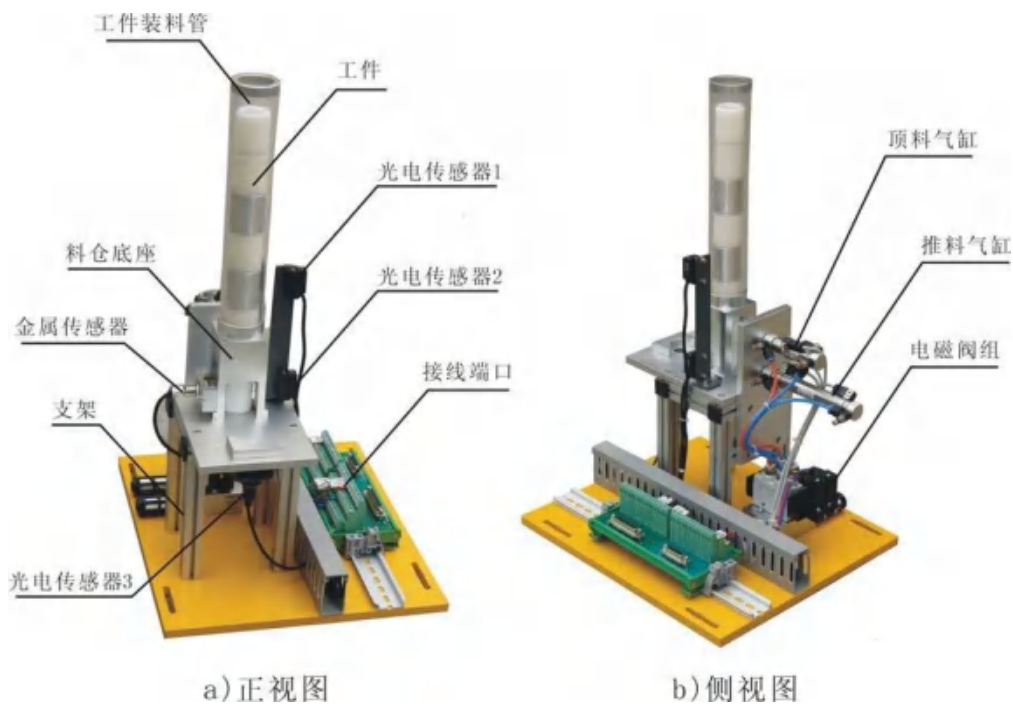


图 2-1 供料站主要结构的组成

其中，管形料仓和工件推出装置用于储存工件原料，并在需要将料仓中最下层的工件推出到出料台上。它主要由管形料仓、推料气缸、顶料气缸、磁感应接近开关、漫射式光电传感器组成。

## (二) 供料站的工作过程

该部分的工作原理是：工件垂直叠放在料仓中，推料缸处于料仓的底层并且其活塞杆可从料仓的底部通过。当活塞杆在退回位置时，它与最下层工件处于同一水平位置，而夹紧气缸则与次下层工件处于同一水平位置。在需要将工件推出到物料台上时，首先使夹紧气缸的活塞杆推出，压住次下层工件；然后使推料气缸活塞杆推出，从而把最下层工件推到物料台上。在推料气缸返回并从料

仓底部抽出后，再使夹紧气缸返回，松开次下层工件。这样，料仓中的工件在重力的作用下，就自动向下移动一个工件，为下一次推出工件做好准备。

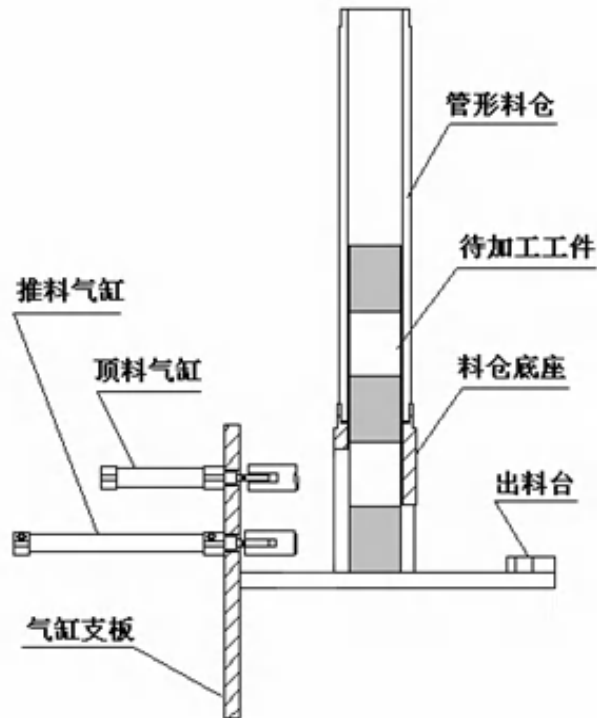


图 2-2 供料操作示意图

在底座和管形料仓第 4 层工件位置，分别安装一个漫射式光电开关。它们的功能是检测料仓中  
有  
无  
储 推料缸把工件推出到出料台上。出料台面开有小孔，出料台下面设有一个园柱形漫射式光电  
接近开关，工作时向上发出光线，从而透过小孔检测是否有工件存在，以便向系统提供本单元出料  
有无工件的信号。在输送单元的控制程序中，就可以利用该信号状态来判断是否需要驱动机械手  
装置来抓取此工件。

### 料 （三）磁性开关

是 YL-335B 所使用的气缸都是带磁性开关的气缸。这些气缸的缸筒采用导磁性弱、隔磁性强的材料，如硬铝、不锈钢等。在非磁性体的活塞上安装一个永久磁铁的磁环，这样就提供了一个反映气缸活塞位置的磁场。而安装在气缸外侧的磁性开关则是用来检测气缸活塞位置，即检测活塞的运动行程的。

。 有触点式的磁性开关用舌簧开关作磁场检测元件。舌簧开关成型于合成树脂块内，并且一般还  
若  
该

有动作指示灯、过电压保护电路也塑封在内。图 2-3 是带磁性开关气缸的工作原理图。当气缸中随活塞移动的磁环靠近开关时，舌簧开关的两根簧片被磁化而相互吸引，触点闭合；当磁环移开开关后，簧片失磁，触点断开。触点闭合或断开时发出电控信号，在 PLC 的自动控制中，可以利用该信号判断推料及顶料缸的运动状态或所处的位置，以确定工件是否被推出或气缸是否返回。

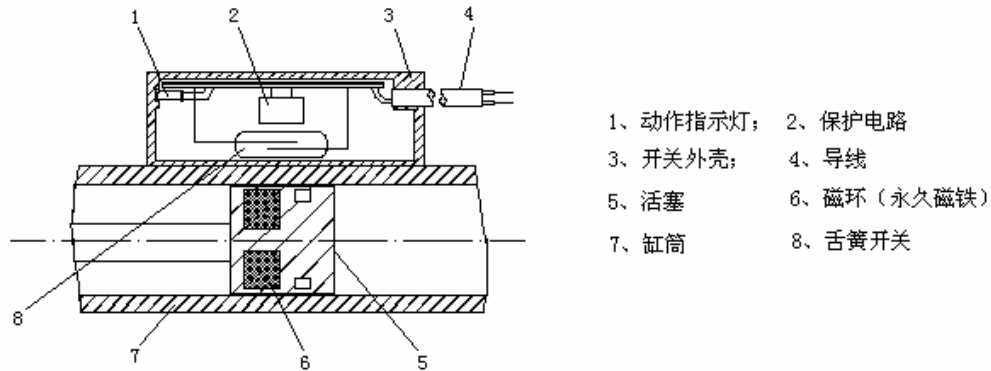


图 2-3 带磁性开关气缸的工作原理图

在磁性开关上设置的 LED 显示用于显示其信号状态，供调试时使用。磁性开关动作时，输出信号“1”，LED 亮；磁性开关不动作时，输出信号“0”，LED 不亮。

磁性开关安装位置可以调整，调整方法是松开它的紧定螺栓，让磁性开关顺着气缸滑动，到达指定位置后，再旋紧紧定螺栓。

磁  
性  
开  
关  
有  
蓝  
色  
和  
棕  
色

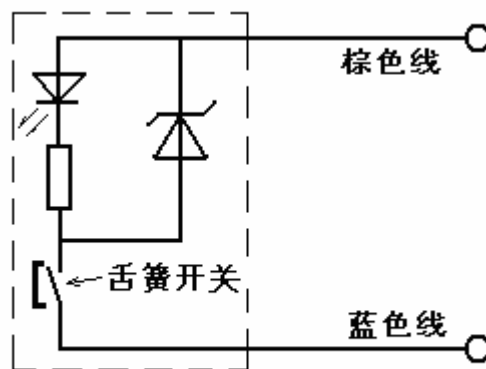


图 2-4 磁性开关内部电路

（四）电感式接近开关

2 电感式接近开关是利用电涡流效应制造的传感器。电涡流效应是指，当金属物体处于一个交变的磁场中，在金属内部会产生交变的电涡流，该涡流又会反作用于产生它的磁场这样一种物理效应。如果这个交变的磁场是由一个电感线圈产生的，则这个电感线圈中的电流就会发生变化，用于平衡

出  
线

涡流产生的磁场。

利用这一原理，以高频振荡器（LC 振荡器）中的电感线圈作为检测元件，当被测金属物体接近电感线圈时产生了涡流效应，引起振荡器振幅或频率的变化，由传感器的信号调理电路（包括检波、放大、整形、输出等电路）将该变化转换成开关量输出，从而达到检测目的。电感式接近传感器工作原理框图如图 2-7 所示。

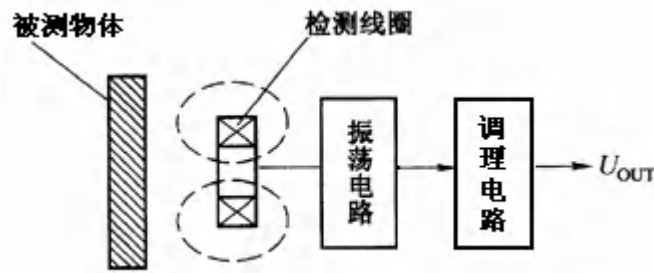


图 2-7 电感式传感器原理框图

### （五）漫射式光电接近开关

#### 1. 光电式接近开关

“光电传感器”是利用光的各种性质，检测物体的有无和表面状态的变化等的传感器。其中输出形式为开关量的传感器为光电式接近开关。光电式接近开关主要由光发射器和光接收器构成。如果光发射器发射的光线因检测物体不同而被遮掩或反射，到达光接收器的量将会发生变化。光接收器的敏感元件将检测出这种变化，并转换为电气信号，进行输出。大多使用可见光（主要为红色，也用绿色、蓝色来判断颜色）和红外光。

按照接收器接收光的方式的不同，光电式接近开关可分为对射式、反射式和漫射式 3 种，如图 2-10 所示。

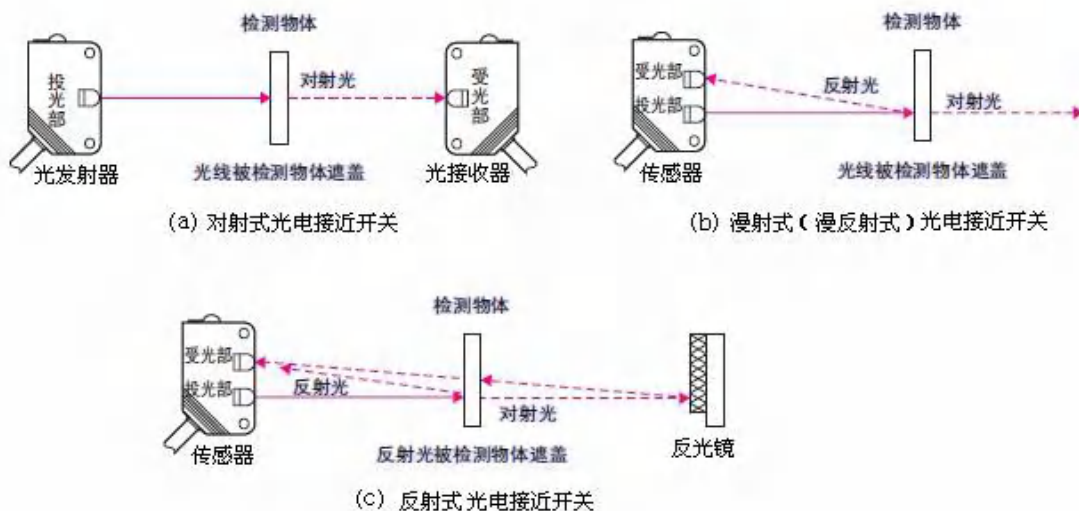


图 2-10 光电式接近开关

## 2. 漫射式光电开关

漫射式光电开关是利用光照射到被测物体上后反射回来的光线而工作的，由于物体反射的光线为漫射光，故称为漫射式光电接近开关。它的光发射器与光接收器处于同一侧位置，且为一体化结构。在工作时，光发射器始终发射检测光，若接近开关前方一定距离内没有物体，则没有光被反射到接收器，接近开关处于常态而不动作；反之若接近开关的前方一定距离内出现物体，只要反射回来的光强度足够，则接收器接收到足够的漫射光就会使接近开关动作而改变输出的状态。图 2-10(b) 为漫射式光电接近开关的工作原理示意图。

## 3. 光电开关在自动生产线中的应用

光电接近开关通常在环境条件比较好、无粉尘污染的情况下使用。光电开关工作时对被测对象几乎无任何影响。因此，在生产线上被广泛地使用。

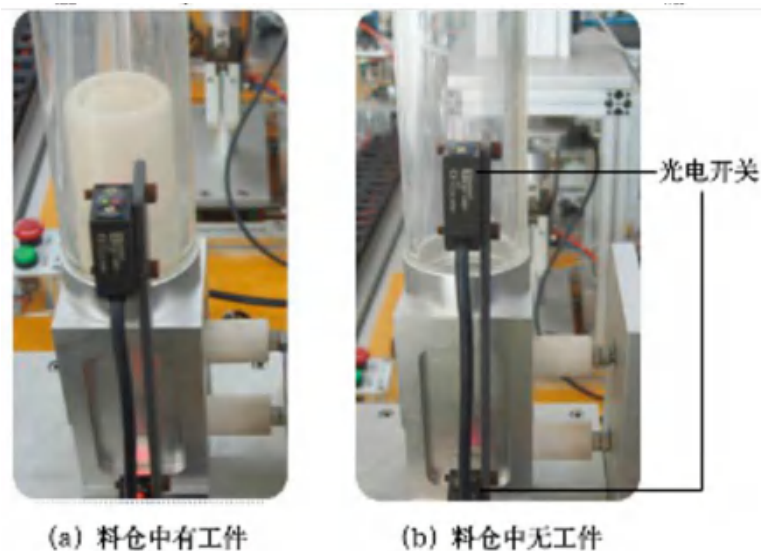


图 2-14 光电开关在供料站的应用

在供料单元中，料仓中工件的检测利用的就是光电开关，如图 2-14 所示。在料仓外侧装设两个光电开关分别用于缺料和供料不足检测不足。这样，料仓中是否有储料或储料是否足够，就可用这两个光电接近开关的信号状态反映出来。本单元中采用细小光束、放大器内置型漫射式光电开关，其外形和顶端面上的调节旋钮和显示灯如图 2-15 所示。漫射式光电接近开关是利用光照射到被测工件上后反射回来的光线而工作的，由于工件反射的光线为漫射光，故称为漫射式光电开关。它由光源和光敏元件两个部分构成，光发射器与光接收器同处于一侧。

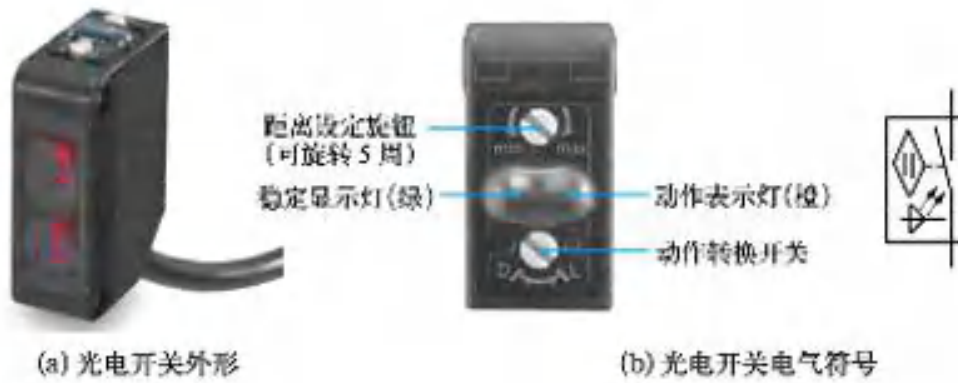


图 2-15 光电开关的外形、调节旋钮、显示灯和电气符号

在工作时，光发射器始终发射检测光，若接近开关前方一定距离内没有物体，则没有光被反射到接收器，光电开关处于常态而不动作；反之若接近开关的前方一定距离内出现物体，只要反射回来的光强度足够，则接收器接收到足够的漫射光就会使接近开关动作而改变输出的状态。图 2-16 为漫射式光电开关的工作原理示意图。

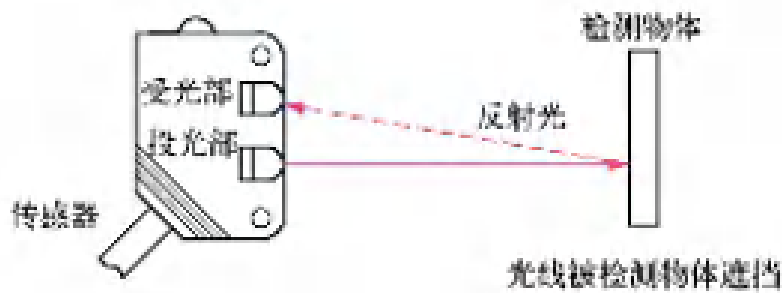


图 2-16 漫射式接近开关的工作原理

(六) 接近开关的图形符号

部分接近开关的图形符号如图 2-17 所示。图中(a) (b) (c) 三种情况均使用 NPN 型三极管集电极开路输出。如果是使用 PNP 型的，正负极性应反过来。

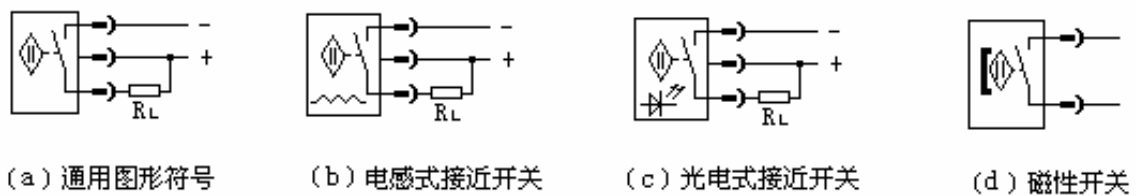


图 2-17 接近开关的图形符号

三、任务分析

(一) 知识目标

1. 掌握光电开关、磁性开关的结构及工作原理；

2. 掌握供料站的功能及结构组成；
3. 掌握供料站的操控步骤。

### (二) 能力目标

1. 能够利用系统原程序进行供料站的操控运行；
2. 能够对供料站所使用的传感器进行正确的选择、安装与调试。

### (三) 供料站传感器的选择

#### 1. 磁性开关的选择、安装与调试

磁力式接近开关(简称磁性开关)是一种非接触式位置检测开关,这种非接触式位置检测不会磨损和损伤检测对象物,响应速度快。磁性开关用于检测磁性物资的存在;安装方式上有导线引出型、接插件式、接插件中继型;根据安装场所环境的要求接近开关可选择屏蔽式和非屏蔽式。当有磁性物质接近图 2-5 所示的磁性开关传感器时,传感器动作,并输出开关信号。在实际应用中,我们在被测物体上,如在气缸的活塞(或活塞杆)上安装磁性物质,在气缸缸筒外面的两端位置各安装一个磁感应接近开关,就可以用这两个传感器分别标识气缸运动的两个极限位置。

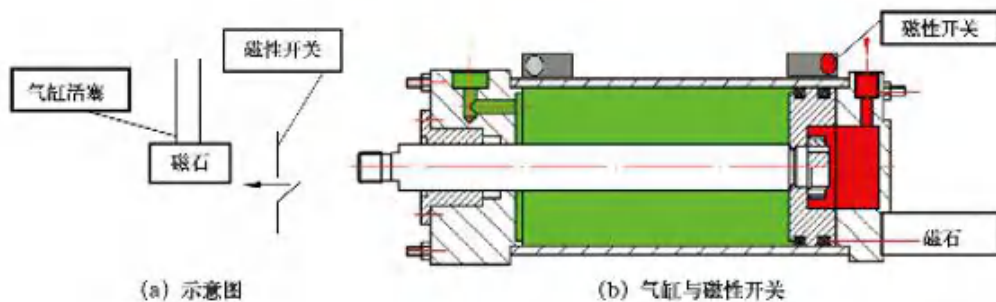


图 2-5 磁力式接近开关传感器的动作原理

磁性开关的内部电路图如图 2-6 虚线框内所示,如采用共阴极接法,棕色线接 PLC 输入端,蓝色线接公共端。

#### 磁性开关的安装与调试

在自动化生产线的控制中,可以利用该信号判断气缸的运动状态或所处的位置,以确定工件是否被推出或气缸是否返回。

#### 第一步电气接线与检查

重点要考虑传感器的尺寸、位置、安装方式、布线工艺、电缆长度、以及周围工作环境等因素对传感器工作的影响。按照图 2-6 将磁性开关与 PLC 的输入端口连接。

在磁性开关上设置有 LED,用于显示传感器的信号状态,供调试、与运行监视时观察。当气缸

活塞靠近，接近开关输出动作，输出“1”信号，LED 亮；当没有气缸活塞靠近，接近开关输出不动作，输出“0”信号，LED 不亮。

### 第二步磁性开关在气缸上的安装与调整

磁性开关与气缸配合使用，如果安装不合理，可能使得气缸的动作不正确。当气缸活塞移向磁性开关，并接近到一定距离时，磁性开关才有“感知”，开关才会动作，通常把这个距离叫“检出距离”。

在气缸上安装磁性开关时，先把磁性开关装在气缸上，磁性开关的安装位置根据控制对象的要求调整，调整方法简单，只要让磁性开关到达指定位置后，用螺丝刀旋紧固定螺钉即可。

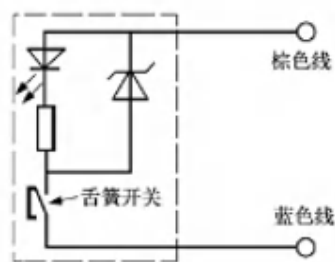


图 2-6 磁性开关内部电路

## 2. 电感式传感器的安装调试

供料单元中，为了检测待加工工件是否金属材料，在供料管底座侧面安装了一个电感式传感器，如图 2-8 所示。



图 2-8 供料单元上的电感式传感器

在接近开关的选用和安装中，必须认真考虑检测距离、设定距离，保证生产线上的传感器可靠动作。安装距离注意说明如图 2-9 所示。

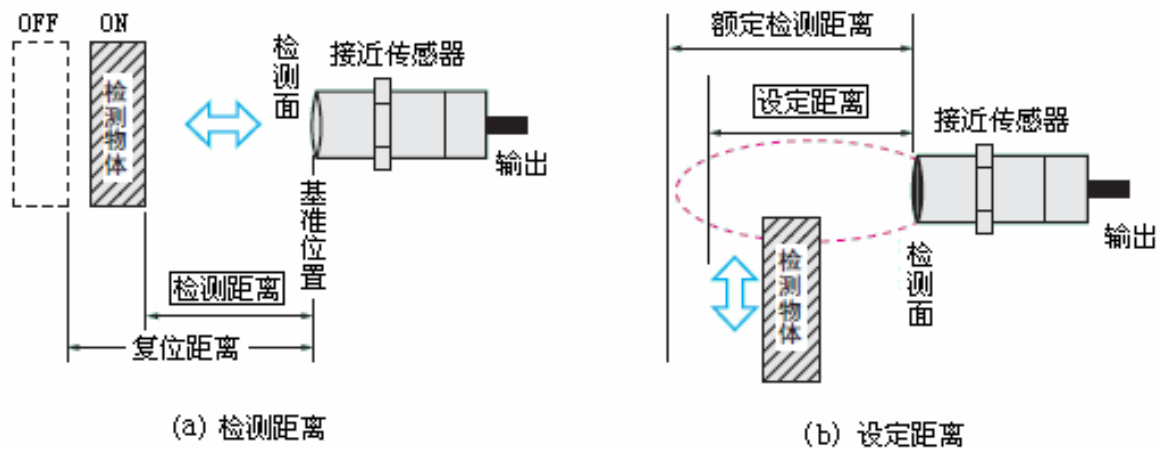


图 2-9 安装距离注意说明

### 3. 漫射式光电传感器

供料单元中,用来检测工件不足或工件有无的漫射式光电接近开关选用神视(OMRON)公司的 CX-441 (E3Z-L61) 型放大器内置型光电开关(细小光束型, NPN 型晶体管集电极开路输出)。该光电开关的外形和顶端面上的调节旋钮和显示灯如图 2-11 所示。

图中动作选择开关的功能是选择受光动作(Light)或遮光动作(Drag)模式。即,当此开关按顺时针方向充分旋转时(L侧),则进入检测-ON模式;当此开关按逆时针方向充分旋转时(D侧),则进入检测-OFF模式。

距离设定旋钮是 5 回转调节器,调整距离时注意逐步轻微旋转,否则若充分旋转距离调节器会空转。调整的方法是,首先按逆时针方向将距离调节器充分旋到最小检测距离(E3Z-L61 约 20mm),然后根据要求距离放置检测物体,按顺时针方向逐步旋转距离调节器,找到传感器进入检测条件的点;拉开检测物体距离,按顺时针方向进一步旋转距离调节器,找到传感器再次进入检测状态,一旦进入,向后旋转距离调节器直到传感器回到非检测状态的点。两点之间的中点为稳定检测物体的最佳位置。



图 2-11CX-441 (E3Z-L61) 光电开关的外形和调节旋钮、显示灯

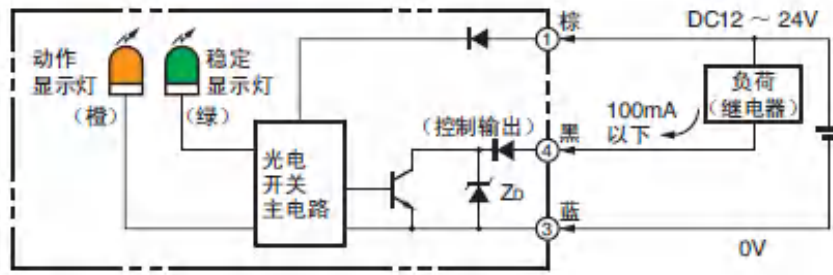


图 2-12CX-441 (E3Z-L61) 光电开关电路原理图

用来检测物料台上有无物料的光电开关是一个圆柱形漫射式光电接近开关，工作时向上发出光线，从而透过小孔检测是否有工件存在，该光电开关选用 SICK 公司产品 MHT15-N2317 型，其外形如图 2-13 所示。



图 2-13MHT15-N2317 光电开关外形

## 四、任务实施

学生每 2-4 人一组，分工协作，利用系统原程序完成供料站的运行调试。

### （一）工具、材料准备

完成本次任务，需准备以下工具和材料，请填写表格。

表 2-1-1 材料工具清单

项目	序号	名称	用途	型号	数量	备注
所用设备	1	自动化生产线供料站				
所用仪表	1	万用表				
所用材料	1	磁性开关				
	2	光电开关				

自动化生产线安装与调试

	3	电感式传感器				
	4	绝缘软导线				
	5	尼龙扎带				
所需工具	1	斜口钳				
	2	尖嘴钳				
	3	钟表螺丝刀				
	4	一字螺丝刀				
	5	十字螺丝刀				
成员签字:			教师签字:			

### (二) 供料站的运行调试

同学们利用系统原程序，进行供料站的运行调试，可参考以下步骤：

1. 设备上电和气源接通后，若按钮/指示灯模块上的工作方式选择开关 SA 置于断开位置（单站方式），工作单元的两个气缸均处于缩回位置，且料仓内有足够的工件，则指示灯 HL1 常亮，表示设备准备好。否则，该指示灯以 1HZ 的频率闪烁。

2. 若设备准备好，按下起动按钮 SB2，工作单元起动，指示灯 HL2 常亮。起动后，若出料台上没有工件，则应把工件推到出料台上。出料台上的工件被人工取出后，若没有停止信号，则进行下一次推出工件操作。

3. 若在运行中按下停止按钮 SB1，则在完成本工作周期任务后，工作单元停止工作，HL2 指示灯熄灭。

4. 若在运行中料仓内工件不足，则工作单元继续工作，但指示灯 HL2 以 1HZ 的频率闪烁，指示灯 HL1 常亮。若料仓内没有工件，则 HL1 和 HL2 指示灯均以 1HZ 频率闪烁。工作单元在完成本周期任务后停止。除非向料仓补充足够的工件，否则工作单元不能再起动。

### (三) 供料站传感器的安装

下面由同学们进行供料单元检测元件的安装与调试，注意事项如下：

(1) 磁性开关的安装位置可以调整，调整方法是松口磁性开关的固定螺栓，让它顺着气缸滑动。到达指定位置后，再旋紧螺栓。

(2) 底座和管形料仓安装的光电开关，若该部分机构内没有工件，光电开关的指示灯不亮；若在底层起有 3 个工件，底层处光电开关亮，而第 4 层出光电开关不亮；若在底层起有 4 个或者更多工件，两个光电开关都亮。否则调整光电开关位置或者光强度。

(3) 物料台面开有小孔，物料台下面也安装一个光电开关，工作时通过小孔向上发出光线，从而检测是否有工件存在，以便向系统提供本单元物料台有无工件信号。该光电开关选用圆柱形光电接近开关（MHT15-N2317 型）。注意：所用工件中心也有一个小孔，调整传感器位置时，防止传感器发出的光线透过工件中心小孔而没有反射，从而导致误动作。

## 五、任务检查与评价

教师检查各组完成情况，对学生分组设计过程中出现的个别问题，单独讲解，对出现的共性问题集体讲解，填写考核表，并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习热情。

评分内容	配分	重点检查内容	扣分	得分	备注
检测元件安装与调试	70	磁性开关在气缸上的位置精度			
		光电开关的安装位置调整			
		光电开关的灵敏度调整			
		各传感器的工作电平调整			
		各传感器接线是否正确			
		布线是否合理、美观			
职业素养与安全意识	30	现场操作安全保护是否符合安全操作规程； 工具摆放、包装物品、导线线头的处理是否符合职业岗位的要求； 是否有分工又有合作，配合紧密； 遵守工作现场纪律，爱惜设备和器材，保持工位的整洁。			



德州职业技术学院  
DEZHOU VOCATIONAL AND TECHNICAL COLLEGE

# 《工业机器人技术应用》 课程教案

教 研 室 机电一体化技术三(现代学徒制)教研室

课 程 名 称 工业机器人技术应用

任 课 班 级 机电一体化技术三(现代学徒制)

任 课 教 师 闫洪猛

## 第1讲 认识工业机器人

课程名称	工业机器人技术应用		总学时	24
课题名称	认识工业机器人		课时	2学时
授课班级	机电一体化技术三(现代学徒制)		总 30 讲	第 1 讲
课程负责人	陈丽娟	授课教师	闫洪猛	
教材	工业机器人离线编程与仿真 双元教育等编 高等教育出版社			
学情分析	授课对象是机电一体化技术三(现代学徒制)三年级学生。本课程构建于机械制图与 CAD、工业机器人系统建模课程的基础上,与同修课程工业机器人现场编程互为虚实补充,为后续课程工作站项目系统集成设计打下基础。			
教学目标	能力目标	能够正确区分不同类型的机器人		
	知识目标	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解机器人的分类、应用和发展</li> <li>2. 掌握机器人的基本组成</li> <li>3. 掌握机器人的主要技术参数</li> </ol>		
	素质目标	培养学生观察及分析问题的能力		
教学重点	掌握机器人的基本组成和主要技术参数			
教学难点	能够正确区分不同类型的机器人			
教学方法	演示法、案例教学法			
教学设备	多媒体、黑板			

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
			90 分钟	
1	任务引入	<p>提出本次课的学习任务：</p>  <p style="text-align: center;"><b>Unimate 机器人</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解机器人的由来、定义及应用。</li> <li>2. 掌握机器人的基本组成和主要技术参数。</li> <li>3. 能够正确区分不同类型的机器人。</li> <li>4. 能够依据工艺选择合适的机器人。</li> </ol>	5min	引发学生思考, 关注与本专业相关的技术应用
2	任务分析	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 课前的视频学习, 设置学生自由分析时段, 展示学生分析成果。</li> <li>2. 用教师机讲授以下内容: <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 机器人的由来</li> <li>(2) 机器人的定义</li> <li>(3) 工业机器人的类型</li> <li>(4) 工业机器人的组成</li> <li>(5) 工业机器人的主要技术参数</li> </ol> </li> </ol>	35min	通过学习视频展示机器人应用领域, 激发学生对工业机器人技术的兴趣, 拓展学生的专业认识。

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<div data-bbox="550 331 933 705" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="491 750 1082 913">3. 学生了解不同的机器人后,通过演示法、案例分析法,启发学生自主划分机器人类型。</p> <div data-bbox="502 940 1013 1243" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="694 1249 837 1288">动画演示 (2)</p>		
3	任务实施	<div data-bbox="502 1321 965 1657" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="491 1691 1082 1854">1.学生根据机器人结构特征、控制方式、驱动方式、应用领域等几个方面学生自主分析机器人类型。</p> <p data-bbox="491 1881 1082 1975">2.教师对学生分析进行点评,强调机器人选型时要参看其工作环境、工艺要求,选</p>	40min	通过练习内化提升,巩固知识要点。培养学生观察及分析问题的能力

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		择适合的机器人。		
4	任务总结	总结机器人的定义，区分不同类型的机器人，选择机器人时的主要技术参数。	10min	总结本次课程内容，检验学生学习效果
5	作品展示			通过作品展示提升学生的学习自信力
教学反思				



## 第 2 讲 认识工业机器人编程技术

课程名称	工业机器人技术应用		总学时	24
课题名称	认识工业机器人编程技术		课 时	2 学时
授课班级	机电一体化技术三(现代学徒制)		总 30 讲	第 2 讲
课程负责人	陈丽娟	授课教师	闫洪猛	
教 材	工业机器人离线编程与仿真 双元教育等编 高等教育出版社			
学情分析	授课对象是机电一体化技术三(现代学徒制)三年级学生。本课程构建于机械制图与 CAD、工业机器人系统建模课程的基础上,与同修课程工业机器人现场编程互为虚实补充,为后续课程工作站项目系统集成设计打下基础。			
教 学 目 标	能力目标	能够通过案例完成离线编程步骤的实操。		
	知识目标	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解工业机器人离线编程与仿真应用技术</li> <li>2. 掌握离线编程与仿真应用技术在实际应用中的作用</li> <li>3. 了解常用离线编程软件</li> <li>4. 掌握离线编程的步骤</li> </ol>		
	素质目标	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 培养学生观察及分析问题的能力</li> <li>2. 具养学生高度责任心和良好的团队合作能力</li> </ol>		
教学重点	离线编程与仿真应用技术在实际应用中的作用			
教学难点	离线编程与仿真应用技术在实际应用中的作用			
教学方法	演示法、案例教学法			
教学设备	多媒体、黑板			

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
			90 分钟	
1	任务引入	播放视频-火花塞搬运	5min	引发学生思考, 关注与本专业相关的技术应用
2	任务分析	工业机器人离线编程技术已被行业企业广泛应用, 其具有快速建模、高效编程、实时验证等优点。在学习离线编程之前, 需要搭建必要的软件开发环境。了解机器人的控制技术、了解编程技术的发展、掌握离线编程步骤。	5min	明确学习任务、目标
3	任务实施	<p>一、离线编程与仿真应用技术概述</p> <p>机器人离线编程是通过软件, 在电脑里构建整个工作场景的三维虚拟环境, 然后软件可以根据要加工零件的大小、形状, 同时配合软件操作者的一些操作, 自动生成机器人的运动轨迹, 即控制指令, 然后在软件中仿真与调整轨迹, 最后生成机器人程序传输给机器人。</p> <p>离线编程技术在实际应用中的作用: 方案的仿真、结构与空间验证、工艺节拍验证、机器人技术研究。</p> <p>(1) 方案仿真</p> <p>工业机器人泛应用到自动化生产线中,</p>	65min	通过练习内化提升, 巩固知识要点。培养学生观察及分析问题的能力

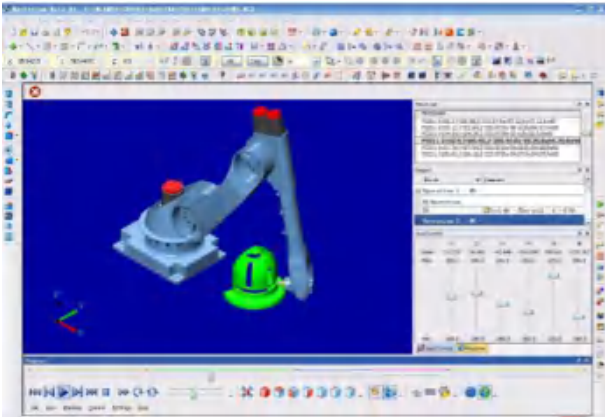
序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<p data-bbox="486 331 1083 488">为了更直观的展现方案的整个工作流程,需要做出整体的仿真效果。案例:玻璃清洗工位人工上料视频。</p>  <p data-bbox="550 808 951 842">玻璃清洗工位仿真动画视频、</p>  <p data-bbox="566 1245 858 1279">(2) 结构与空间验证</p> <p data-bbox="486 1308 1083 1529">工业机器人自动化应用中,设备的相对布局以及设计的机械结构尺寸,往往需要通过仿真验证之后才能投入到实际的生产中。案例:对设计的夹具进行结构及空间验证。</p> 		


序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<div data-bbox="541 331 999 723" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="564 745 826 784">(3) 工艺节拍验证</p> <p data-bbox="488 808 1085 904">案例：对工业机器人机床上下料工作站节拍进行验证。</p> <div data-bbox="485 943 1088 1317" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="564 1346 858 1384">(4) 机器人技术研究</p> <p data-bbox="488 1408 1085 1632">一方面可以进行机器人设计的结构分析和运动分析的仿真,此仿真技术与机器人的结构设计相关,如机器人动力学系统的运动分析仿真、控制系统设计的仿真。</p> <p data-bbox="488 1657 1085 1881">另一方面支持机器人编程的仿真,此仿真技术与机器人的软件编程有关,如计算机环境建模与图形显示技术、基于模型的机器人动作程序仿真技术。</p> <p data-bbox="549 1906 906 1944">二、离线编程的应用案例</p> <p data-bbox="549 1968 1085 2007">工业机器人离线编程技术主要应用在</p>		

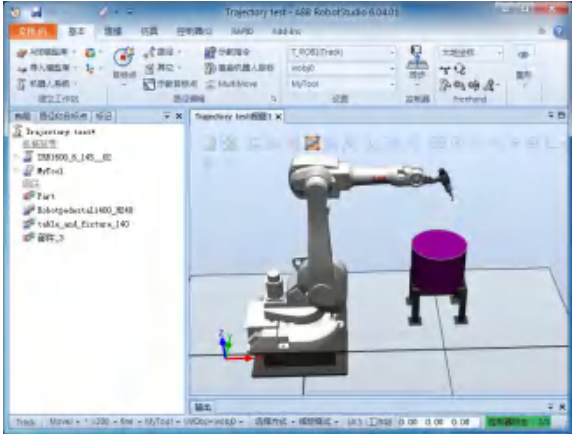
序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<p>机器人复杂轨迹生成，广泛应用于打磨、喷涂、激光切割、去毛刺等行业。</p> <p>(1) 打磨领域</p>  <p>(a) 打磨（离线编程）</p>  <p>(b) 打磨（实体机器人）</p> <p>(2) 喷涂领域</p>		

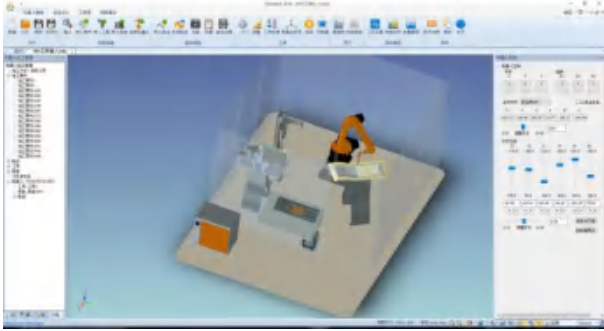
序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<div data-bbox="539 322 1034 775" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="678 786 949 824">(a) 喷涂（离线编程）</p> <div data-bbox="547 853 1026 1279" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="641 1305 986 1344">(b) 喷涂（实体机器人）</p> <p data-bbox="566 1368 826 1406">(3) 激光切割领域</p> <div data-bbox="568 1422 1058 1832" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="622 1845 949 1883">(a) 激光切割（离线编程）</p>		

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<div data-bbox="571 327 1007 728" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="608 748 963 786">(b) 激光切割 (实体机器人)</p> <p data-bbox="564 808 857 846">(4) 去毛刺行业应用</p> <div data-bbox="517 869 1054 1270" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="635 1279 936 1317">(a) 去毛刺 (离线编程)</p> <div data-bbox="533 1335 1038 1713" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="619 1733 952 1771">(b) 去毛刺 (实体机器人)</p> <p data-bbox="549 1785 1035 1823">三、介绍常用离线编程与仿真软件</p> <p data-bbox="485 1845 1086 2007">工业机器人离线编程与仿真软件是工业机器人应用与研究不可缺少的工具,常用离线编程与仿真软件有 RobotMaster、</p>		

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<p>DELMIA、 RobotStudio、 RobotArt、 ROBCAD、 RobotWorks、发那科的 RoboGuide、安川的 Motosim、库卡的 Simpro 等。</p> <p>1. Robotmaster</p> <p>Robotmaster 是加拿大的离线编程软件，是目前全球离线编程软件中顶尖的软件，RobotMaster 离线编程软件界面如右图所示。</p> <p>技术特点及优势：</p> <p>(1) 按照产品数模生成程序，独家的优化功能，运动学规划和碰撞检测非常精确。</p> <p>(2) 支持外部轴（直线导轨系统、旋转系统）</p> <p>(3) 支持复合外部轴组合系统。</p> <p>应用行业：适用于切割、铣削、焊接、喷涂等行业。</p>  <p>2. DELMIA</p> <p>DELMIA 是达索旗下的 CAM 软件。</p> <p>技术特点及优势：</p> <p>(1) DELMIA 向按需应变 (on-demand)</p>		

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<p>和准时生产（just-in-time）的制造流程提供完整的数字解决方案，令制造厂商缩短产品上市时间，同时降低生产成本、促进创新。</p> <p>（2）DELMIA 数字制造解决方案可以使制造部门设计数字化产品的全部生产流程，在部署任何实际材料和机器之前进行虚拟演示。</p> <p>应用行业：涵盖汽车领域的发动机、总装和白车身(Body-in-White)，航空领域的机身装配、维修维护，以及一般制造业的制造工艺。</p>  <p>3. RobotStudio</p> <p>RobotStudio 是瑞士 ABB 公司配套的基于 Windows 开发的仿真软件，具有强大的离线编程和仿真功能和友好的操作界面。</p> <p>RobotStudio 软件的界面如图所示。</p> <p>技术特点及优势：</p> <p>RobotStudio 支持 ABB 机器人的整个生命周期，使用图形化编程、编辑和调试机器人系统来创建机器人的运行，并模拟优化现</p>		

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		<p>有的机器人程序。</p> <p>应用行业：广泛应用在激光切割、打磨、喷涂等领域。</p>  <p>4.RobotArt</p> <p>RobotArt 根据几何数模的拓扑信息生成机器人运动轨迹，之后轨迹仿真、路径优化、后置代码等，同时集碰撞检测、场景渲染、动画输出于一体。</p> <p>技术特点及优势：</p> <p>(1) 支持多种格式的三维 CAD 模型。支持多种品牌工业机器人离线编程操作。</p> <p>(2) 自动识别与搜索 CAD 模型的点、线、面信息生成轨迹。轨迹与 CAD 模型特征关联，模型移动或变形，轨迹自动变化。</p> <p>(3) 支持多种工艺包，如切割、焊接、喷涂、去毛刺、数控加工。</p> <p>应用领域：广泛应用于打磨、去毛刺、焊接、激光切割、数控加工等领域。</p>		

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
		 <p>四、离线编程步骤</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.数模拆分，通过机械设计软件，将供应商提供的数模装配体拆分为单个零部件，分为可动部分与不可动部分。</li> <li>2.将数模导入仿真软件中、装配，制作运动机构。</li> <li>3.导入 CAD 布局，并按照 Layout 布局工作站。</li> <li>4.验证机器人可达性、验证工具的干涉情况。</li> <li>5.对整体工作站进行示教编程、工艺编辑。</li> <li>6.仿真运行，监视运行周期。</li> <li>7.导出布局、数据报告、3D 模型等修改建议。</li> <li>8.导出离线程序。</li> </ol>		
4	总结	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.机器人的控制技术有哪些</li> <li>2.编程技术的发展历程</li> <li>3.离线编程步骤是什么</li> </ol>	10min	总结本次可内容，检验学生学习效果

第三部分 人才培养制度和标准

序号	教学环节	教学内容	用时 (分钟)	设计 意图
5	作品展示		5min	通过作品展示提升学生的学习自信力
教学 反思				

## 项目二 化工反应车间组态监控系统

## 任务2 水塔水位监控设计

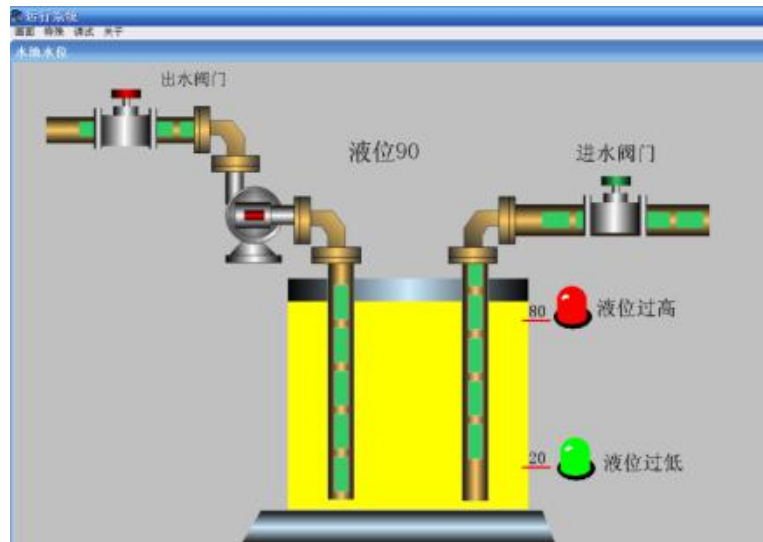
## 一、任务简介

任务2		水塔水位监控设计			
教学时间	2课时	课程类型	讲授新课	授课对象	机电一体化专业兰剑物流现代学徒制班
授课方式	展示任务； 分析决策； 任务实施。				
教学方法	任务驱动教学法； 演练结合； 以学生为主体的行为引导教学法。				
教学设备	计算机、组态王 6.55				
教学目标	<b>知识目标：</b> 1. 掌握阀门、水流动画效果的设置方法； 2. 掌握水池水位组态工程的创建方法。				
	<b>能力目标：</b> 1. 能够用水流等动画制作水池水位工程； 2. 能够正确设置阀门动作、水流动画。				
	<b>素质目标：</b> 1. 通过任务的提前布置，培养学生在生活中不断发现问题，学习知识，信息收集和归纳能力。 2. 通过学生分组、小组各成员协作完成任务来培养学生的交往沟通能力和团队合作精神。				
教学重点	阀门、水流动画连接在工程中的运用	教学难点	组态逻辑设备通讯设置方法		
考核方式	过程性考核和形成性考核相结合，任务检查与评价（考核表）				
教学过程	任务引入	下达任务书，引入任务。			
	任务资讯	为完成任务做必备的知识讲解。			
	任务分析	师生共同分析，细化工作任务。			
	任务实施	根据任务单要求，分组协作完成任务。			
	任务评价	结合学生完成的情况进行点评并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习热情。			

## 【讲授新课】

## 一、任务引入

用组态软件设计水池水位控制的组态工程，设计要求：进水阀门打开时，管道进水，水池液面自动上升，关闭进水阀门时，管道停水，同时，液面数值实时显示液位高度，出水阀门打开时，管道出水，水池液面自动下降，关闭出水阀门时，管道停水。通过此任务进一步来掌握水流管道等动画设置方法，脚本语言程序的编写及使用。



## 二、任务资讯

## (一) 阀门动画设置

1. 在画面添加阀门图形，单击菜单“图库/打开图库”左侧选中阀门，右边选择阀门图形，添加到画面上，双击“阀门”图形，弹出该对象的动画连接对话框如图 2-2-1 所示。

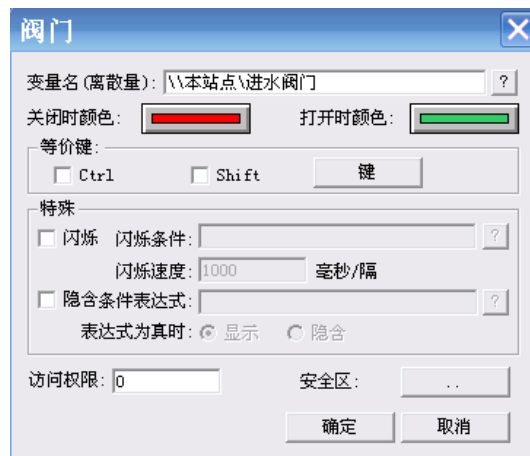


图 2-2-1 阀门动画连接

2. 单击“确定”按钮后原料油进料阀动画设置完毕，当系统进入运行环境时鼠标单击此阀门，其变成绿色，表示阀门已被打开，再次单击关闭阀门，从而达到了控制阀门的目的。

## (二) 液体流动动画设置

1. 在数据词典中定义一个内存整形变量；
2. 选择工具箱中的“矩形”工具，在原料油管道上画一个小方块，宽度与管道相匹配，（最好与管道的颜色区分开）然后利用“编辑”菜单中的“拷贝”、“粘贴”命令复制多个小方块排成一行作为液体，如图 2-2-2 所示。

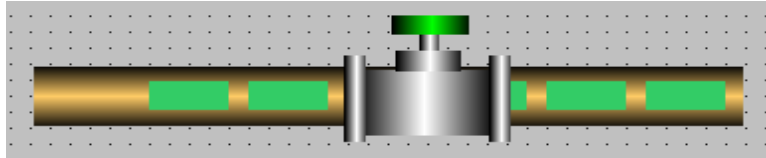


图 2-2-2 管道中绘制液体

3. 选择所有方块，单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中执行“组合拆分\合成组合图素”命令将其组合成一个图素，双击此图素弹出动画连接对话框，在此对话框中单击“水平移动”选项，弹出“水平移动连接”对话框，对话框设置如 2-2-3 所示。

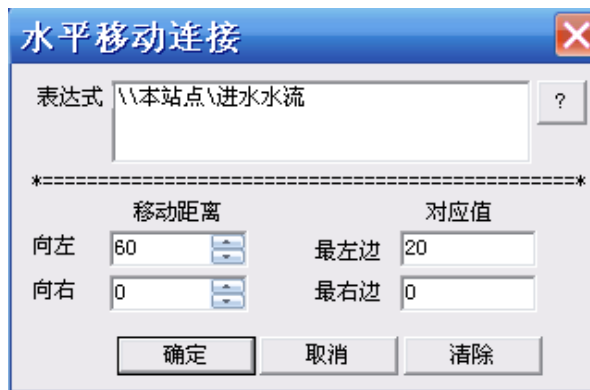


图 2-2-3 “水平移动连接”对话框

4. 上述“表达式”中连接的\\本站点\控制水流变量是一个内存变量，在运行状态下如果不改变其值的话，它的值永远为初始值（即 0），那么如何改变其值，使变量能够实现控制液体流动的效果呢？在画面的任一位置单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中选择“画面属性”命令，在画面属性对话框中选择“命令语言”选项，弹出命令语言对话框，如图 2-2-4 所示。



图 2-2-4 命令语言对话框

在对话框中输入如下命令语言：

```
if(\\本站点\进水阀门==1)
\\本站点\控制水流=\\本站点\控制水流+5;
if(\\本站点\控制水流>20)
\\本站点\控制水流=0;
```

5. 单击“确认”按钮关闭对话框。上述命令语言是当“监控画面”存在时每隔 55 ms 执行一次，当“\\本站点\进水阀门”开启时改变“\\本站点\控制水流”变量的值，达到了控制液体流动的目的。

### 三、任务分析

#### （一）能力目标

1. 能够正确进行填充等动画效果设置。
2. 能够正确设置阀门动作、水流动画；

#### （一）知识目标

1. 掌握阀门、水流动画效果的设置方法；
2. 掌握水池水位组态工程的创建方法。

#### （三）仪器设备

计算机、组态王软件 6.55。

#### （四）工程画面

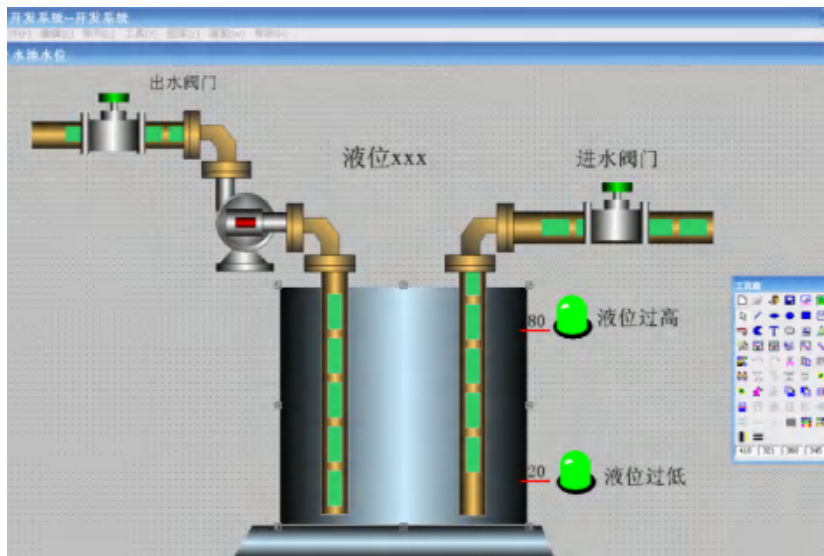


图 2-2-5 水池水位组态画面

#### （五）变量定义

液位	内存整型	21
进水阀门	内存离散	22
出水阀门	内存离散	23
进水水流控制	内存整型	24
出水水流控制	内存整型	25
液位过高指示灯	内存离散	26
液位过低指示灯	内存离散	27
新建...		

## 四、任务实施

### (一) 设计化工反应车间监控系统工程

1. 创建工程路径
2. 创建组态画面
3. 构造数据库
4. 建立动画连接

在“工具箱”选择直线“■”图标，在画面上绘制出流水管道，选择填充颜色及填充效果，感觉像是管道的形状。从菜单“图库”中选择“管道”，将各段管道连接起来，在图库中选择“阀门”图标，在管道上加上进水阀门和出水阀门。

选择工具箱中的“矩形”工具，在原料油管道上画一个小方块，宽度与管道相匹配，（最好与管道的颜色区分开）然后利用“编辑”菜单中的“拷贝”、“粘贴”命令复制多个小方块排成一行作为液体，如图 2-2-8 所示。

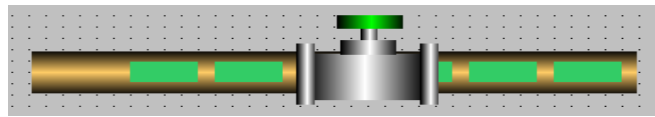


图 2-2-8 管道中绘制液体

选择所有方块，单击鼠标右键，在弹出的下拉菜单中执行“组合拆分\合成组合图素”命令将其组合成一个图素，双击此图素弹出动画连接对话框，在此对话框中单击“水平移动”选项，弹出“水平移动连接”对话框，对话框设置如 2-2-9 所示。



图 2-2-9 “水平移动连接”对话框

管道垂直流动水流效果设置与管道水平水流流动设置方法相同。

要使进水阀门、出水阀门在运行时为触敏对象，需要对“阀门”定义动画，双击“进水阀门”

按钮，点击“？”选择变量“进水阀门”，弹出对话框如图 2-2-13 所示。

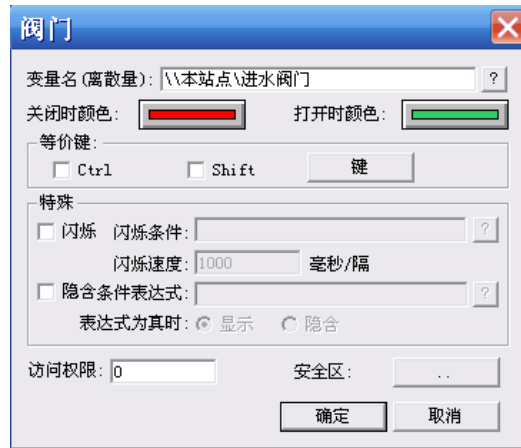
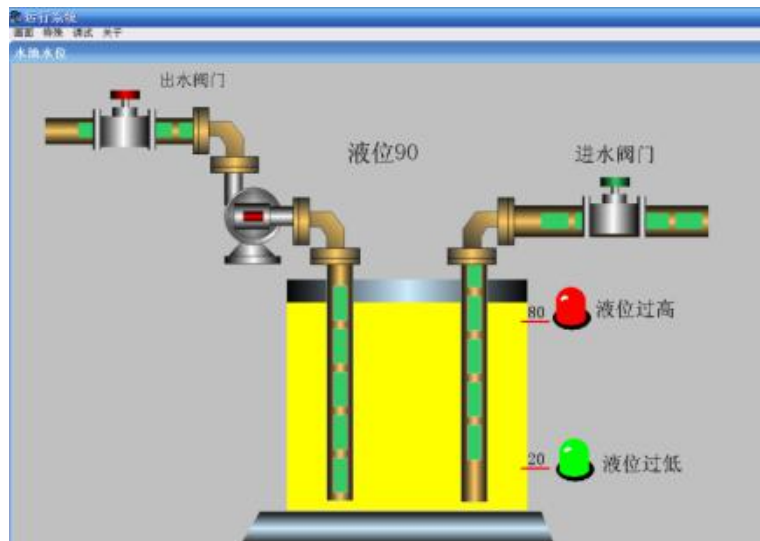


图 2-2-13 “进水阀门变量定义

“出水阀门”图形变量连接与“进水阀门”图形的变量连接方法相同。

## 5 运行和调试

水池水位监控工程已经初步建立起来，进入到运行和调试阶段。在组态王开发系统中选择“文件\切换到 View”菜单命令，进入组态王运行系统。在运行系统中选择“画面\打开”命令，从“打开画面”窗口选择“水池水位”画面。显示出组态王运行系统画面，即可看到矩形框和文本在动态变化，如图所示。



## 五、任务检查与评价

教师检查各组完成情况，对学生分组设计过程中出现的个别问题，单独讲解，对出现的共性问题集体讲解，填写考核表，并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习的热情。

## 项目二 化工反应车间组态监控系统

## 任务3 化工反应车间报警和事件监控设计

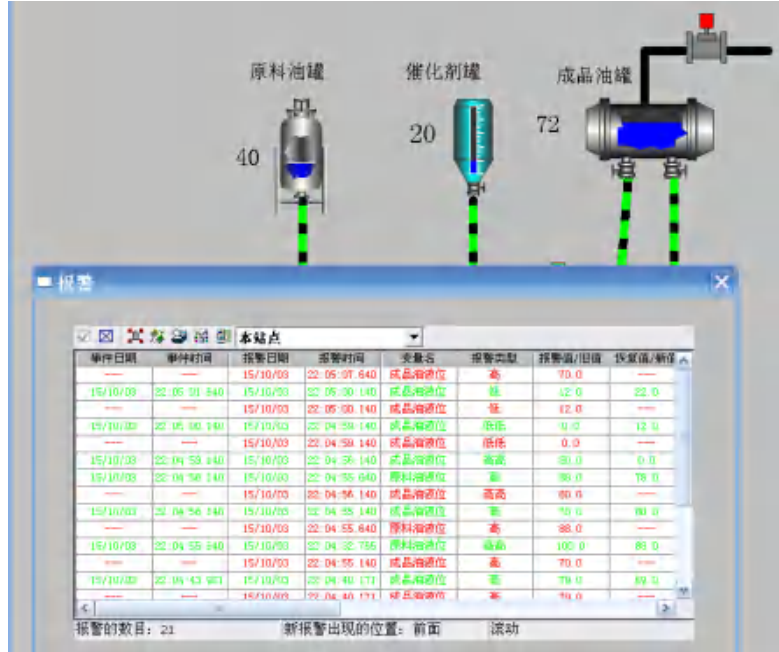
## 一、任务简介

任务3		化工反应车间报警和事件监控设计			
教学时间	2 课时	课程类型	讲授新课	授课对象	机电一体化专业兰剑物流现代学徒制班
授课方式	展示任务； 分析决策； 任务实施。				
教学方法	任务驱动教学法； 演练结合； 以学生为主体的行为引导教学法。				
教学设备	计算机、组态王 6.55				
教学目标	<b>知识目标：</b> 1.掌握离散、模拟变量报警属性定义； 2.掌握报警事件的查询。				
	<b>能力目标：</b> 1.能完成工程报警组创建； 2.能创建化工反应车间报警事件。				
	<b>素质目标：</b> 1.通过任务的提前布置，培养学生在生活中不断发现问题，学习知识，信息收集和归纳能力。 2.通过学生分组、小组各成员协作完成任务来培养学生的交往沟通能力和团队合作精神。				
教学重点	组态报警功能在工程中的运用	教学难点	报警功能的设置方法		
考核方式	过程性考核和形成性考核相结合，任务检查与评价（考核表）				
教学过程	任务引入	下达任务书，引入任务。			
	任务资讯	为完成任务做必备的知识讲解。			
	任务分析	师生共同分析，细化工作任务。			
	任务实施	根据任务单要求，分组协作完成任务。			
	任务评价	结合学生完成的情况进行点评并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习热情。			

## 【讲授新课】

## 一、任务引入

使用组态软件设计化工反应车间报警组态工程，设计要求：设计化工反应车间组态监控系统，在此系统中设置反应罐液位报警。通过此任务掌握组态工程报警系统的设置方法。的编写及使用。



## 二、任务资讯

## (一) 报警组的定义

往往在监控系统中，为了方便查看、记录和区别，要将变量产生的报警信息归到不同的组中，即使变量的报警信息属于某个规定的报警组。

## (二) 定义变量的报警属性

在使用报警功能前，必须先要对变量的报警属性进行定义。组态王的变量中模拟型（包括整型和实型）变量和离散型变量可以定义报警属性。

## (三) 事件类型及使用方法；

## (四) 如何记录、显示报警。

## 三、任务分析

## (一) 能力目标

1. 能完成工程报警组创建；
2. 能设置变量报警属性；
3. 能创建化工反应车间报警事件。

## (二) 知识目标










1. 掌握报警组结构定义;
2. 掌握离散、模拟变量报警属性定义;
3. 掌握报警事件的查询。

## (二) 仪器设备

计算机、组态王软件 6.55。

## (四) 变量定义

水池水位组态监控系统变量定义如图所示。

 原料油出料阀	内存离散	22
 催化剂出料阀	内存离散	23
 成品油出料阀	内存离散	24
 原料油控制水流	内存整型	25
 催化剂控制水流	内存整型	26
 成品油控制水流	内存整型	27
 原料油液位	内存整型	28
 催化剂液位	内存整型	29
 成品油液位	内存整型	30

## 四、任务实施

### (一) 化工反应车间报警系统组态监控系统的设计

#### 1. 定义报警组

(1) 在工程浏览器窗口左侧“工程目录显示区”中选择“数据库”中的“报警组”选项，在右侧“目录内容显示区”中双击“进入报警组”



#### 2. 设置变量的报警属性;

#### 3. 建立报警窗口;

- (1) 新建一画面，名称为：报警和事件画面，类型为：覆盖式。
- (2) 选择工具箱中的 T 工具，在画面上输入文字：报警和事件画面。
- (3) 选择工具箱中的“报警窗口”工具，在画面中绘制一报警窗口。
- (4) 双击“报警窗口”对象，弹出报警窗口配置对话框。



## 项目三 化工反应车间趋势曲线组态监控系统

## 任务1 化工反应车间反应罐实时趋势曲线监控设计

## 一、任务简介

任务1 化工反应车间反应罐实时趋势曲线监控设计					
教学时间	2 课时	课程类型	讲授新课	授课对象	机电一体化专业兰剑物流现代学徒制班
授课方式	展示任务； 分析决策； 任务实施。				
教学方法	任务驱动教学法； 演练结合； 以学生为主体的行为引导教学法。				
教学设备	计算机、组态王 6.55				
教学目标	知识目标： 1. 掌握实时趋势曲线窗口的创建方法；				
	能力目标： 1.能进行实时趋势曲线定义、标识定义； 2.能创建化工反应车间实时趋势曲线。				
	素质目标： 1. 通过任务的提前布置，培养学生在生活中不断发现问题，学习知识，信息收集和归纳能力。 2. 通过学生分组、小组各成员协作完成任务来培养学生的交往沟通能力和团队合作精神。				
教学重点	实时趋势曲线在工程中的运用	教学难点	实时趋势曲线窗口的设置方法		
考核方式	过程性考核和形成性考核相结合，任务检查与评价（考核表）				
教学过程	任务引入	下达任务书，引入任务。			
	任务资讯	为完成任务做必备的知识讲解。			
	任务分析	师生共同分析，细化工作任务。			
	任务实施	根据任务单要求，分组协作完成任务。			
	任务评价	结合学生完成的情况进行点评并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习热情。			

## 【讲授新课】

## 一、任务引入

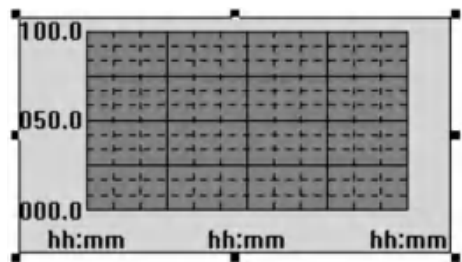
设计化工反应车间组态监控系统原料油液位、催化剂液位和成品油液位实时趋势曲线，通过此任务来掌握实时趋势曲线在组态工程中的运用。

## 二、任务资讯

## 1. 实时趋势曲线定义

在组态王开发系统中制作画面时，选择菜单“工具\实时趋势曲线”项或单击工具箱中的“画实时趋势曲线”按钮，此时鼠标在画面中变为“十”字形，在画面中用鼠标画出一个矩形，实时趋势曲线就在这个矩形中绘出，如图所示。

实时趋势曲线对象的中间有一个带有网格的绘图区域，表示曲线将在这个区域中绘出，网格左方和下方分别是 X 轴（时间轴）和 Y 轴（数值轴）的坐标标注。可以通过选中实时趋势曲线对象（周围出现 8 个小矩形）来移动位置或改变大小。在画面运行时实时趋势曲线对象由系统自动更新。



## 2. 实时趋势曲线对话框

在生成实时趋势曲线对象后，双击此对象，弹出“曲线定义”对话框，本对话框通过单击对话框上端的两个按钮在“曲线定义”和“标识定义”之间切换。

## (1) 曲线定义属性卡片选项

分割线为短线：选择分割线的类型。选中此项后在坐标轴上只有很短的主分割线，整个图纸区域接近空白状态，没有网格，同时下面的“次分割线”选择项变灰。



边框色、背景色：分别规定绘图区域的边框和背景（底色）的颜色。按动这两个按钮的方法与坐标轴按钮类似，弹出的浮动对话框也与之大致相同，只是没有线型选项。

X方向、Y方向：X方向和Y方向的主分割线将绘图区划分成矩形网格，次分割线将再次划分主分割线划分出来的小矩形。这两种线都可改变线型和颜色。分割线的数目可以通过小方框右边“加減”按钮增加或减小，也可通过编辑区直接输入。工程人员可以根据实时趋势曲线的大小决定分割线的数目，分割线最好与标识定义（标注）相对应。

曲线：定义所绘的1~4条曲线Y坐标对应的表达式，实时趋势曲线可以实时计算表达式的值，所以它可以使用表达式。实时趋势曲线名的编辑框中可输入有效的变量名或表达式，表达式中所用变量必须是数据库中已定义的变量。右边的“？”按钮可列出数据库中已定义的变量或变量域供选择，每条曲线可通过右边的线型和颜色按钮来改变线型和颜色。

## (2) 标识定义属性卡片选项

标识X轴—时间轴、标识Y轴—数值轴：选择是否为X或Y轴加标识，即在绘图区域的外面用文字标注坐标的数值。如果此项选中，左边的检查框中有小叉标记，同时下面定义相应标识的选择项也由灰变加亮。



标识定义属性卡片

数值轴（Y轴）定义区：因为一个实时趋势曲线可以同时显示4个变量的变化，而各变量的数值范围可能相差很大，为使每个变量都能表现清楚，“组态王”中规定，变量在Y轴上以百分数表示，即以变量值与变量范围（最大值与最小值之差）的比值表示。所以Y轴的范围是0（0%）~1（100%）。

标识数目：数值轴标识的数目，这些标识在数值轴上等间隔。

起始值：规定数值轴起点对应的百分比值，最小为0。

最大值：规定数值轴终点对应的百分比值，最大为100。

字体：规定数值轴标识所用的字体。可以弹出WINDOWS标准的字体选择对话框，相应的操作工程人员可参阅WINDOWS的操作手册。

标识数目：时间轴标识的数目，这些标识在数值轴上等间隔。在组态王开发系统中时间是以

yy:mm:dd:hh:mm:ss 的形式表示，在 TouchView 运行系统中，显示实际的时间，在组态王开发系统画面制作程序中的外观和历史趋势曲线不同，在两边是一个标识拆成两半，与历史趋势曲线区别。

格式：时间轴标识的格式，选择显示哪些时间量。

更新频率：TouchView 是自动重绘一次实时趋势曲线的时间间隔。与历史趋势曲线不同，它不需要指定起始值，因为其时间始终在当前时间到当前时间—时间长度之间。

时间长度：时间轴所表示的时间范围。

字体：规定时间轴标识所用的字体。与数值轴的字体选择方法相同。

### 三、任务分析

#### （一）能力目标

1. 能使用工具箱或菜单绘制实时趋势曲线；
2. 能进行实时趋势曲线定义、标识定义；
3. 能创建化工反应车间实时趋势曲线。

#### （二）知识目标

1. 掌握实时趋势曲线窗口创建；
2. 掌握实时趋势曲线定义、标识定义方法。

#### （三）仪器设备

计算机、组态王软件 6.55。

#### （五）变量定义

液面上升组态监控系统变量定义如图所示。

a	I/O整型	21	PLC	INCREA100
b	内存整型	22		
新建...				

### 四、任务实施

#### （一）创建实时趋势曲线

实时趋势曲线定义过程如下：

1. 新建一画面，名称为：实时趋势曲线画面。
2. 选择工具箱中的 T 工具，在画面上输入文字：实时趋势曲线。
3. 选择工具箱中的“实时趋势曲线”工具，在画面上绘制一实时趋势曲线窗口，如图 3-1-4 所示。

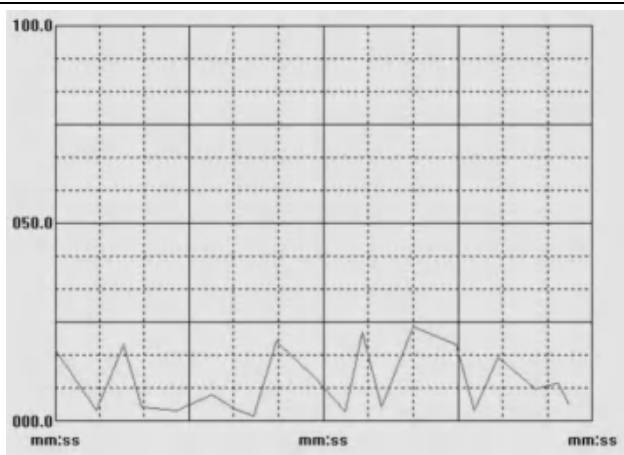


图 3-1-4 实时趋势曲线窗口

4. 双击“实时趋势曲线”对象，弹出“实时趋势曲线”设置窗口，如图 3-1-5 所示。

实时曲线趋势设置窗口分为两个属性页：曲线属性页、标识定义属性页。

曲线定义属性页：在此属性页中您不光可以设置曲线窗口的显示风格，还可以设置趋势曲线中所要显示的变量。单击“曲线 1”编辑框后的按钮，在弹出的“选择变量名”对话框中选择变量\\本站点\原料油液位，曲线颜色设置为：红色。



图 3-1-5 实时趋势曲线设置窗口

标识定义属性页：标识定义属性页，如图 3-1-6 所示。



图 3-1-6 标识定义属性页

5. 设置完毕后单击“确定”按钮关闭对话框。
6. 单击“文件”菜单中的“全部存”命令，保存您所作的设置。
7. 单击“文件”菜单中的“切换到 VIEW”命令，进入运行系统，通过运行界面“画面”菜单中的“打开”命令将“实时趋势曲线画面”打开后可看到连接变量的实时趋势曲线，如图 3-1-7 所示。

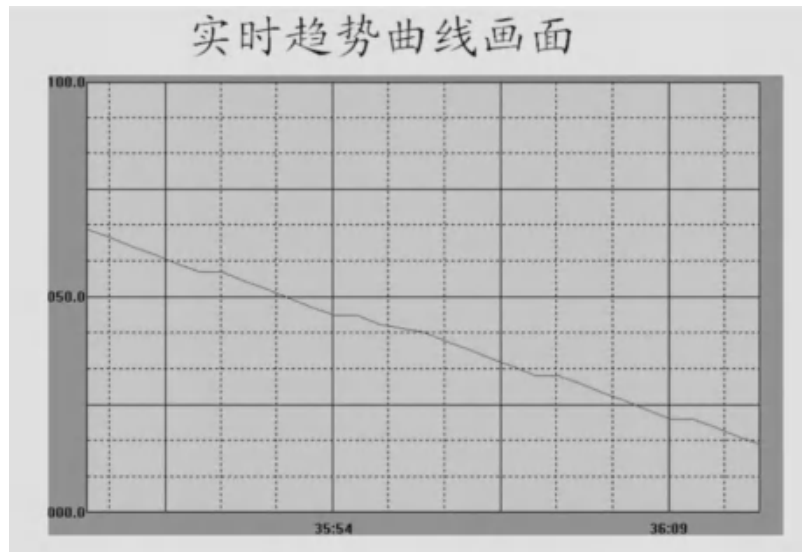


图 3-1-7 运行中的实时趋势曲线

## 五、任务检查与评价

教师检查各组完成情况，对学生分组设计过程中出现的个别问题，单独讲解，对出现的共性问题集体讲解，填写考核表，并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习的积极性。

## 项目三 化工反应车间趋势曲线组态监控系统

## 任务2 化工反应车间反应罐历史趋势曲线监控设计

## 一、任务简介

任务2 化工反应车间反应罐历史趋势曲线监控设计					
教学时间	2 课时	课程类型	讲授新课	授课对象	机电一体化专业兰剑物流现代学徒制班
授课方式	展示任务； 分析决策； 任务实施。				
教学方法	任务驱动教学法； 演练结合； 以学生为主体的行为引导教学法。				
教学设备	计算机、组态王 6.55				
教学目标	知识目标： 1. 掌握历史趋势曲线窗口的创建方法；				
	能力目标： 1.能进行历史趋势曲线定义、标识定义； 2.能创建化工反应车间历史趋势曲线。				
	素质目标： 1. 通过任务的提前布置，培养学生在生活中不断发现问题，学习知识，信息收集和归纳能力。 2. 通过学生分组、小组各成员协作完成任务来培养学生的交往沟通能力和团队合作精神。				
教学重点	历史趋势曲线在工程中的运用	教学难点	历史趋势曲线窗口的设置方法		
考核方式	过程性考核和形成性考核相结合，任务检查与评价（考核表）				
教学过程	任务引入	下达任务书，引入任务。			
	任务资讯	为完成任务做必备的知识讲解。			
	任务分析	师生共同分析，细化工作任务。			
	任务实施	根据任务单要求，分组协作完成任务。			
	任务评价	结合学生完成的情况进行点评并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习热情。			

## 【讲授新课】

## 一、任务引入

设计化工反应车间组态监控系统原料油液位、催化剂液位和成品油液位实时趋势曲线，通过此任务来掌握历史趋势曲线在组态工程中的运用。

## 二、任务资讯

## 1. 历史趋势曲线的种类

第一种是从图库中调用已经定义好各功能按钮的历史趋势曲线。

第二种是调用历史趋势曲线控件。

第三种是从工具箱中调用历史趋势曲线。

## 2. 与历史趋势曲线有关的其他必配置项

## (1) 定义变量范围

由于历史趋势曲线数值轴显示的数据是以百分比来显示，因此对于要以曲线形式来显示的变量需要特别注意变量的范围。如果变量定义的范围很大，例如-999 999~+999 999，而实际变化范围很小，例如-0.000 1~+0.000 1，这样，曲线数据的百分比数值就会很小，在曲线图表上就会出现看不到该变量曲线的情况，关于变量范围的定义如图 3-2-1 所示。

## (2) 对变量作历史记录

对于要以历史趋势曲线形式显示的变量，都需要对变量作记录。在组态王工程浏览器中单击“数据库”项，再选择“数据词典”项，选中要作历史记录的变量，双击该变量，则弹出“变量属性”对话框，如图 3-2-2 所示。



图 3-2-1 定义变量范围



图 3-2-2 记录定义

选中“记录定义”选项卡片，选择变量记录的方式。

### (3) 定义历史数据文件的存储目录

在组态王工程浏览器的菜单条上单击“配置”菜单，再从弹出的菜单命令中选择“历史数据记录”命令项，弹出“历史记录配置”对话框，如图 3-2-3 所示。在此对话框中输入记录历史数据文件在磁盘上的存储路径和其它属性（如数据文件记录时数，记录起始时刻，数据保存天数），也可进行分布式历史数据配置，使本机节点中的组态王能够访问远程计算机的历史数据。

### (4) 重启历史数据记录

在组态王运行系统的菜单条上单击“特殊”菜单项，再从弹出的菜单命令中选择“重启历史数据记录”，此选项用于重新启动历史数据记录。在没有空闲磁盘空间时，系统就自动停止历史数据记录。当发生此情况时，将显示信息框通知工程人员，工程人员将数据转移到其他地方后，空出磁盘空间，再选用此命令重启历史数据记录。

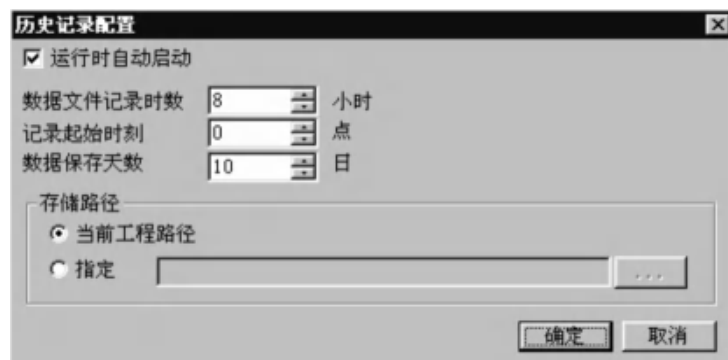


图 3-2-3 历史记录配置对话框

## 3. 通用历史趋势曲线

### (1) 通用历史趋势曲线的定义

在组态王开发系统中制作画面时，选择菜单“图库/打开图库”项，弹出“图库管理器”，单击“图库管理器”中的“历史曲线”，在图库窗口内用鼠标左键双击历史曲线（如果图库窗口不可见，

请按 F2 键激活它)，然后图库窗口消失，鼠标在画面中变为直角形，鼠标移动到画面上适当位置，单击左键，历史曲线就复制到画面上了，如图 3-2-4 所示。可以任意移动、缩放历史曲线。历史趋势曲线对象的上方有一个带有网格的绘图区域，表示曲线将在这个区域中绘出，网格左方和下方分别是 X 轴（时间轴）和 Y 轴（数值轴）的坐标标注。曲线的下方是指示器和两排功能按钮。可以通过选中历史趋势曲线对象（周围出现 8 个小矩形）来移动位置或改变大小。通过定义历史趋势曲线的属性可以定义曲线、功能按钮的

参数、改变趋势曲线的笔属性和填充属性等，笔属性是趋势曲线边框的颜色和线型，填充属性是边框和内部网格之间的背景颜色和填充模式。

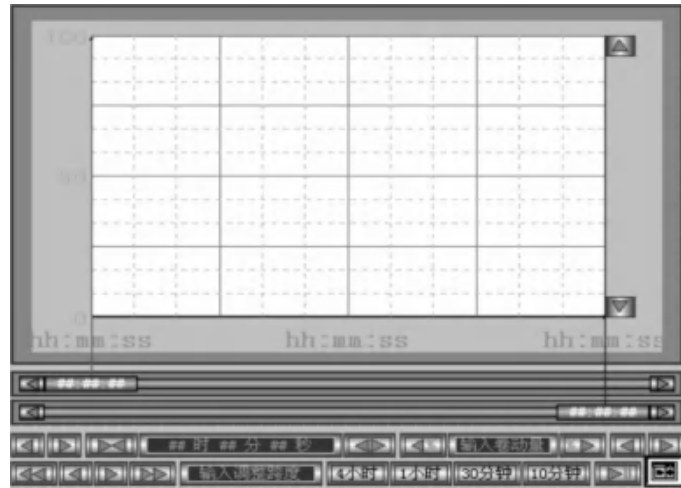


图 3-2-4 历史趋势曲线

### (2) 历史趋势曲线对话框

生成历史趋势曲线对象后，在对象上双击鼠标左键，弹出“历史趋势曲线”对话框。历史趋势曲线对话框由三个属性卡片“曲线定义”、“坐标系”和“操作面板和安全属性”组成，如图 3-2-5 所示。



图 3-2-5 历史趋势曲线对话框

## 4. 个性化历史趋势曲线

## (1) 历史趋势曲线的定义

在组态王开发系统中制作画面时，选择菜单“工具\历史趋势曲线”项或单击工具箱中的“画历史趋势曲线”按钮，鼠标在画面中变为十字形。在画面中用鼠标画出一个矩形，历史趋势曲线就在这个矩形中绘出，如图 3-2-20 所示。历史趋势曲线对象的中间有一个带有网格的绘图区域，表示曲线将在这个区域中绘出，网格左方和下方分别是 X 轴（时间轴）和 Y 轴（数值轴）的坐标标注。可以通过选中历史趋势曲线对象（周围出现 8 个小矩形）来移动位置或改变大小。通过调色板工具或相应的菜单命令可以改变趋势曲线的笔属性和填充属性，笔属性是趋势曲线边框的颜色和线形，填充属性是边框和内部网格之间的背景颜色和填充模式。工程人员有时见不到坐标的标注数字是因为背景颜色和字体颜色正好相同，这时需要修改字体或背景颜色。

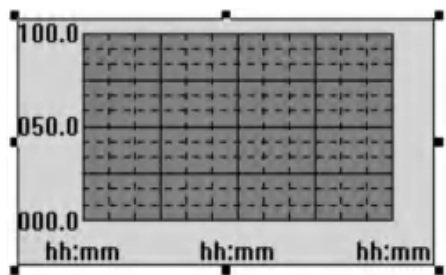


图 3-2-20 历史趋势曲线

## (2) 历史趋势曲线对话框

生成历史趋势曲线对象的可见部分后，在对象上双击鼠标左键，弹出“历史趋势曲线”对话框。历史趋势曲线对话框由两个属性卡片“曲线定义”和“标识定义”组成，如图 3-2-21 所示。如果想更具体的了解个性化历史趋势曲线的用法请参考其使用手册。



图 3-2-21 历史趋势曲线对话框

## 三、任务分析

## (一) 能力目标

1. 能使用工具箱或菜单绘制历史趋势曲线；

2. 能进行历史趋势曲线定义、标识定义；
3. 能创建化工反应车间历时趋势曲线。

(二) 知识目标

1. 掌握历史趋势曲线窗口创建；
2. 掌握历史趋势曲线定义、标识定义方法。

(三) 仪器设备

计算机、组态王软件 6.55。

## 四、任务实施

对于要以历史趋势曲线形式显示的变量，必须设置变量的记录属性，设置过程如下：

### 1. 设置变量的记录属性

(1) 在工程浏览窗口左侧的“工程目录显示区”中选择“数据库”中的“数据词曲”选项中选择变量\本站点\油料液位，双击此变量，在弹出的“定义变量”对话框中单击“记录和安全区”属性页，如图 3-2-22 所示。

设置变量本站点原料油液位的记录类型为：数据变化记录，变化灵敏为：0

(2) 设置完毕后单击“确定”按钮关闭对话框。



图 3-2-22 记录和安全区属性页

### 2. 定义历史数据文件的存储目录

(1) 在工程浏览器窗口左侧的“工程目录显示区”中双击“系统配置”中的“历史记录”项，弹出“历史记录配置”对话框，对话框设置如图 3-2-23 所示。

(2) 设置完毕后，单击“确定”按钮关闭对话框。当系统进入运行环境时“历史记录服务器”自动启动，将变量的历史数据以文件的形式存储到当前工程路径下。每个文件中保存了变量 8 小时的历史数据，这些文件将在当前工程路径下保存 10 天。

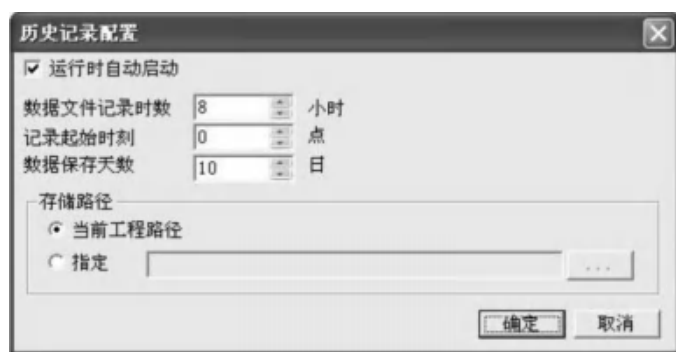


图 3-2-23 历史记录配置对话框

### 3. 创建历史曲线

历史趋势曲线创建过程如下：

- (1) 新建一画面，名称为：历史趋势曲线画面
- (2) 选择工具箱中的 T 工具，在画面上输入文字：历史趋势曲线。
- (3) 选择工具箱中的插入通用控件工具，在画面中插入通用控件窗口中的“历史趋势曲线”控件，如图 3-2-24 所示。

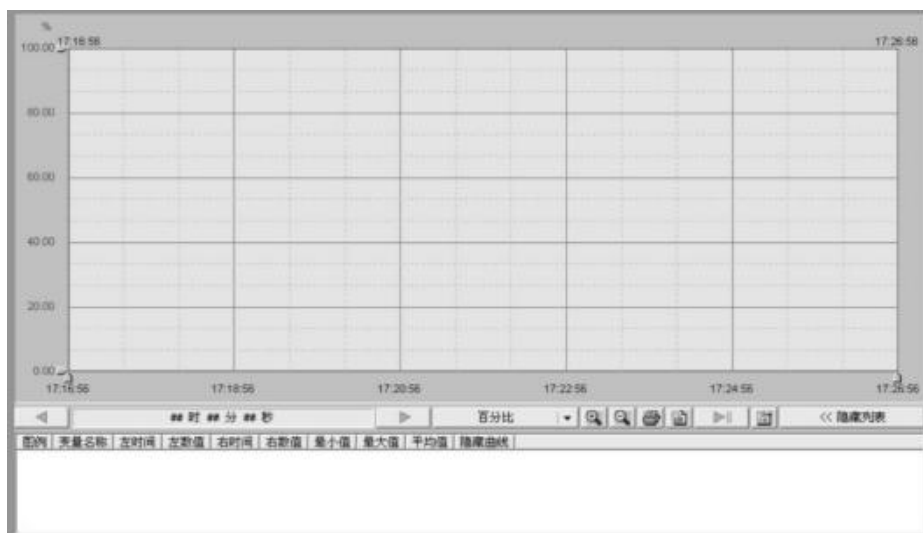


图 3-2-24 历史趋势曲线窗口

## 五、任务检查与评价

教师检查各组完成情况，对学生分组设计过程中出现的个别问题，单独讲解，对出现的共性问题集体讲解，填写考核表，并给出考核成绩，展示学生优秀设计方案和程序，激发学生学习的热情。