

# 工业机器人操作与运维知识点串讲

## —工业机器人外围设备（中级）



北京新奥时代科技有限责任公司  
二〇一九年九月

01 外围设备通信技术

02 智能传感器应用技术

03 PLC技术应用

04 触摸屏技术应用

北京海奥时代科技有限责任公司

北京新奥时代科技有限责任公司

外围设备通信技术

# 知识点

中级:

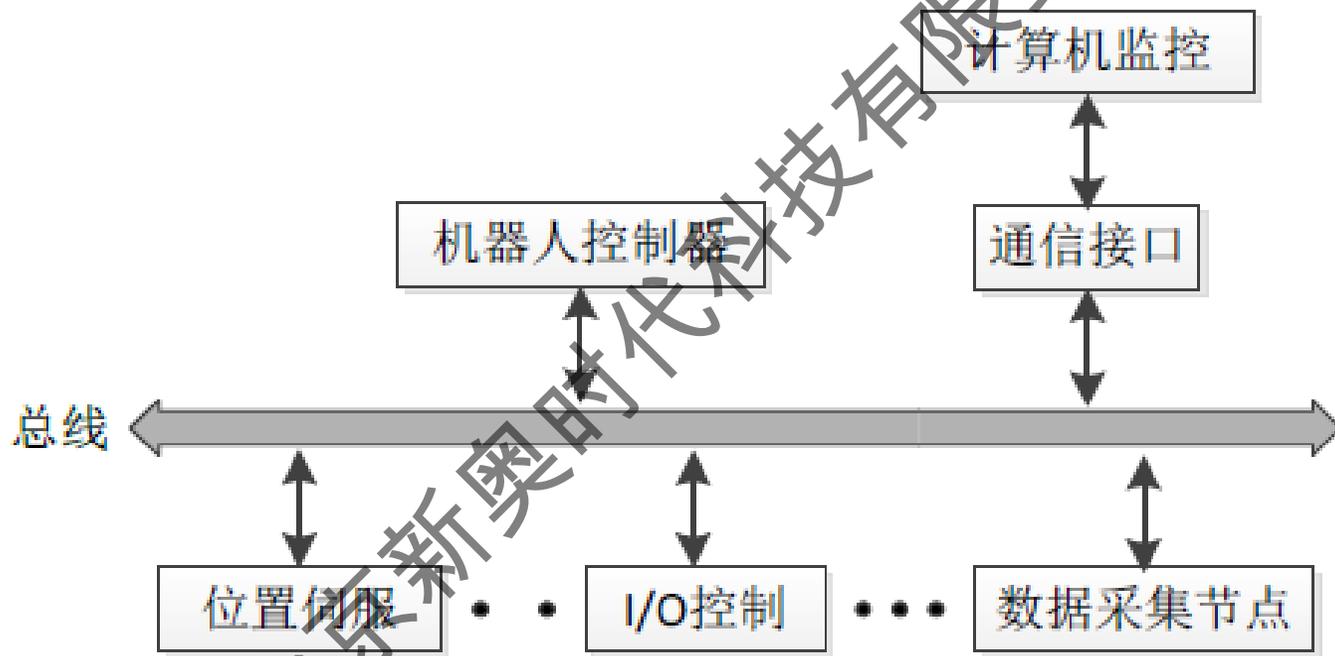
- 控制系统中的通信
- RS-232通信与RS-485通信
- PROFIBUS总线
- 工业以太网
- 其他新型通信技术

北京新奥时代科技有限责任公司



# 1、控制系统中的通信

工业机器人的控制系统主要由通信接口、位置伺服、I/O控制器及数据采集点组成，其体系结构一般可以简化为如下图。



## 2、RS-232通信与RS-485通信

### ➤ RS-232通信

网络间的数据通信分为两种形式：**串行通信**和**并行通信**。

**串行通信**是网络通信技术的基础，在20世纪60年代后，国际上推出了第一个串行通信标准，即RS-232标准，出现了至今仍广泛应用的RS-232串行总线。

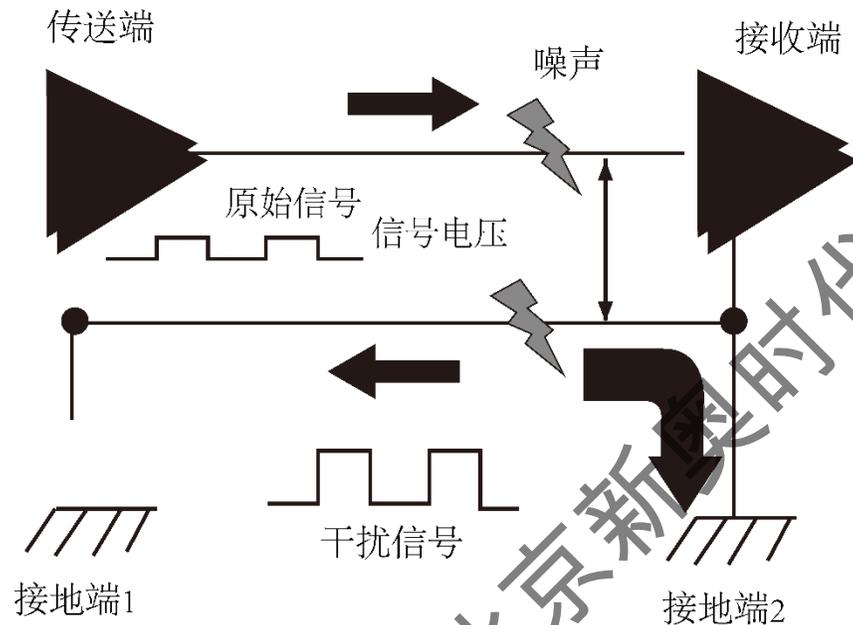
按RS-232的最简单应用模式（即远距离通信模式），用三根导线可进行**全双工串行通信**，用两根导线可进行**半双工串行通信**。全双工即信息的接收和发送可以同时进行，半双工则指的是既可接收，也可发送，但二者不能同时进行。

**RS-232通信端口**一般是机器人上的标准配置，最早的串行端口是计算机中专门用来连接调制解调器的，因此它的接头引脚定义和调制解调器有关。只要合理利用各个引脚，机器人就可以方便的和各个设备进行数据传输了。

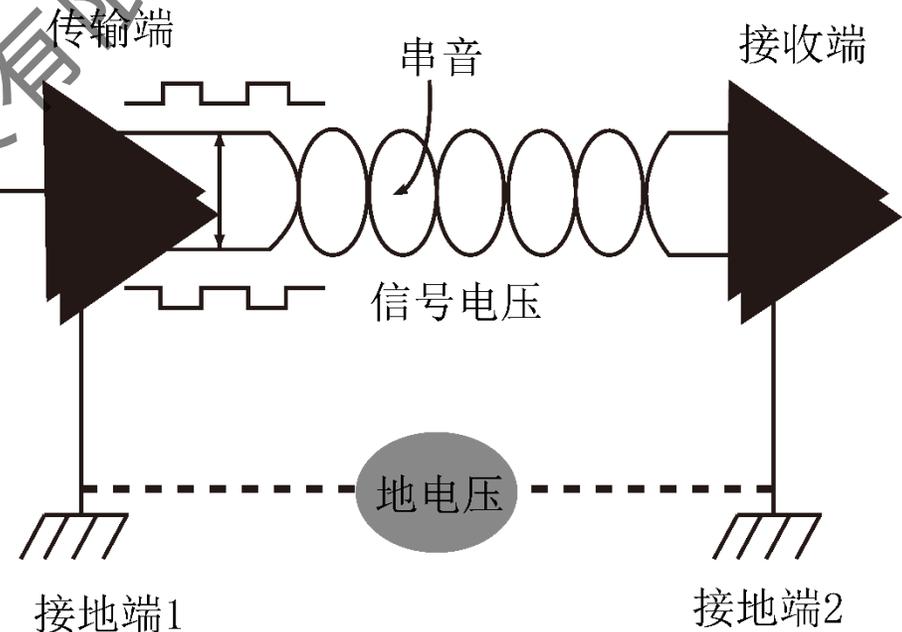
## 2、RS-232通信与RS-485通信

### ➤ RS-485通信

由于串行通信的简单实用，在工业上广泛使用，可是工业环境通常会有噪声干扰传输线路，在用RS-232作传输时经常会收到外界的电气干扰而使信号发生错误。此外RS-232的最大距离在不加缓冲器的情况下只有15米。为了解决上述问题，RS-485的通信方式就产生了。



RS-232信号与噪声

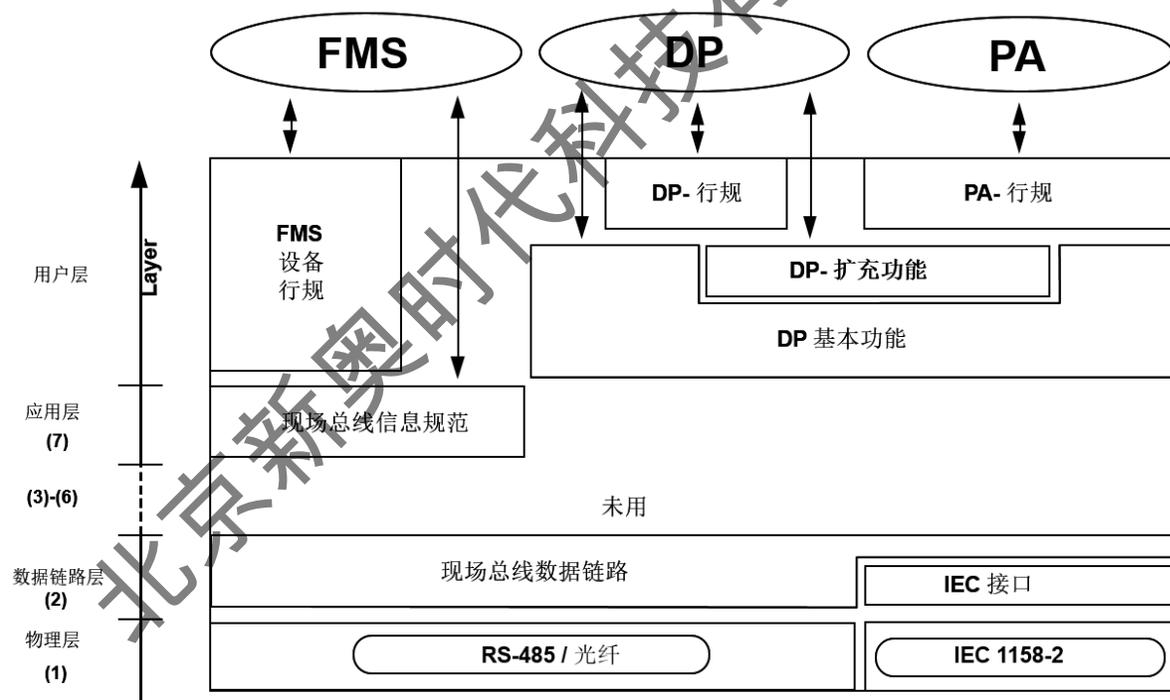


RS-485信号与噪声

# 3、PROFIBUS总线

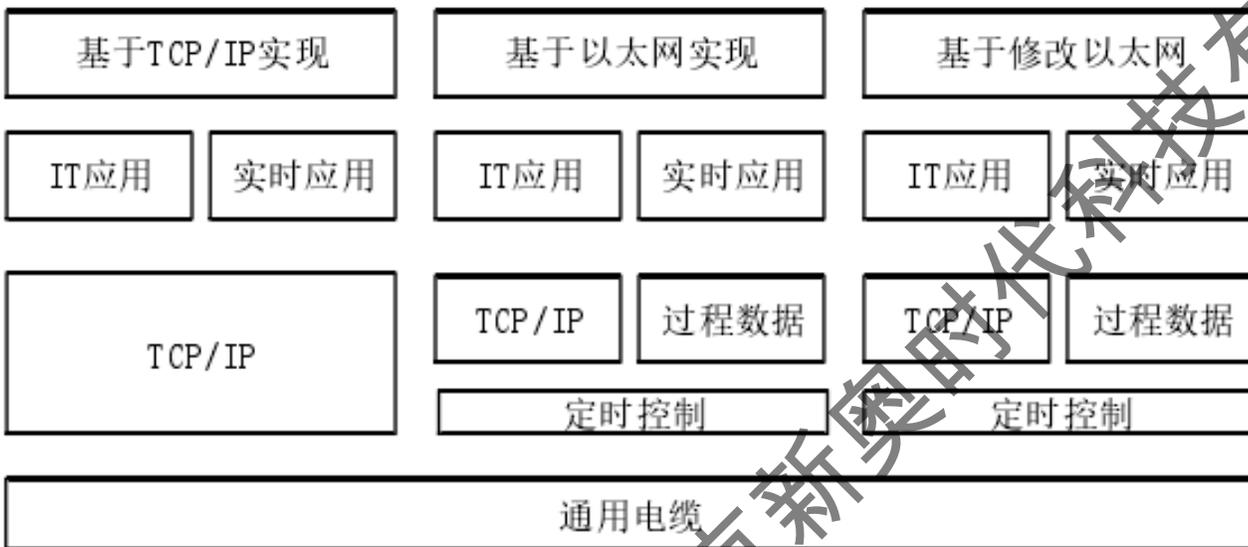
## ➤ PROFIBUS简介

PROFIBUS是过程现场总线（Process Field Bus）的缩写，于1989年正式成为现场总线的国际标准。在多种自动化的领域中占据主导地位，全世界的设备节点数已经超过2000万。主要由三部分组成：**PROFIBUS-DP**（Decentralized Periphery，分布式外围设备）、**PROFIBUS-PA**（Process Automation，过程自动化）和**PROFIBUS-FMS**（Fieldbus Message Specification，现场总线报文规范）。



# 4、工业以太网

目前国际上各种标准机构和各大企业都提出了自己的工业以太网协议，其主要有三种实现方式，即TCP/IP方式、以太网方式、修改以太网方式。



基于TCP/IP实现的协议有Modbus/TCP和Ethernet/IP，采用传统的TCP/IP协议栈通信，通过上层的合理控制减少数据传输过程中的不确定因素，主要应用于实时性要求不高的工业应用场景。

基于以太网实现的协议有Profinet RT, Powerlink, EPA等，不使用标准的TCP/IP协议而采用特殊的传输协议，但仍使用传统的以太网通信硬件，响应时间为1ms。

基于修改以太网实现的协议有SERCOS-III, Profinet IRT和EtherCAT等，采用“集总帧”的通信方式，通过修改以太网帧结构并在物理层使用总线拓扑结构提升以太网实时性能，而且从站使用专门的硬件，响应时间小于1ms。

## 4、工业以太网

下面介绍几个比较常用的协议：

**EtherNet/IP**：是一个开放的工业标准，它由艾伦-布拉德利和ODVA(开放DeviceNet供应商协会)共同开发完成的。EtherNet/IP可以在标准的以太网硬件上运行，可使用TCP/IP和UDP/IP传输数据，通过CIP协议来实现这个协议的控制下实现非实时数据和实时数据的传输。

**Modbus协议**由一根信号线实现半双工应答通讯，支持RS-232和RS-485接口通讯，两者最快通讯速度分别为250kbps和115.2kbps，采用ASCII和RTU两种传输方式，数据帧在寻址到设备需要一个查询回应周期，包括16位CRC检测，但不允许独立终端设备间的数据通讯。

**Profinet IRT**：是国际组织 PI (PROFIBUS International) 提出的工业以太网PROFINET的同步实时通讯版本，采用时间片处理机制，将时间片分成实时通道和 TCP/IP 通道，实时通道用于传输实时 I/O 数据，TCP/IP 通道传输非周期的开放性数据。

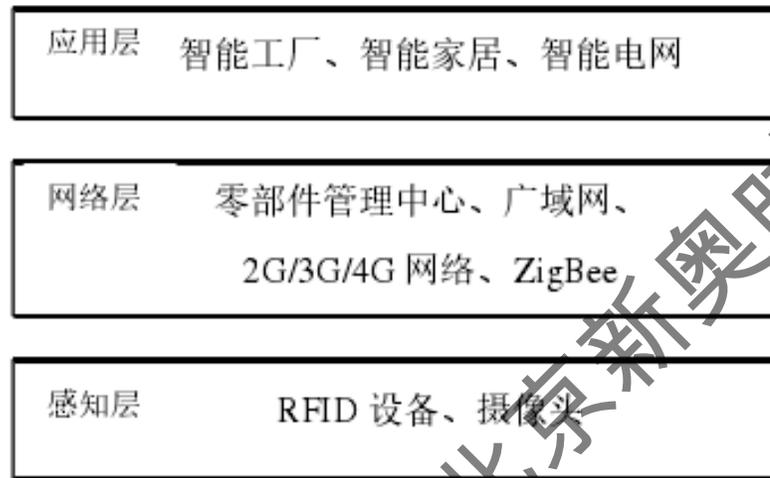
**EtherCAT**是德国倍福自动化公司提出的实时工业以太网技术。主站在周期内向所有节点发送一个数据帧，采用环型拓扑结构传输，并同时采集节点响应数据，最后回到主站。在传输过程中，数据被提取或插入，数据包不会在从站协议栈停留，从而减少了从站协议对实时性的影响。

EtherCAT通过特殊的寻址方式，在帧内有32位地址空间，可以搭载65535个节点。

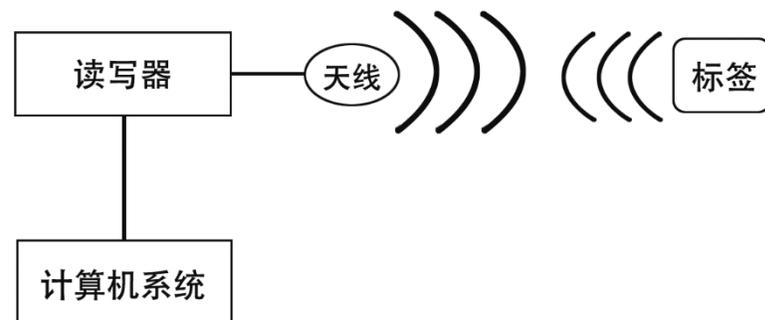
## 5、其他新型通信技术

### ► RFID技术

RFID的全称是Radio Frequency Identification，即射频识别或者电子标签，是一种无线通信技术，能在识别系统与目标无机械或者光学接触的情况下对目标进行数据读写操作。一套完整的RFID系统，是由**读写器、电子标签及高层软件**三个部份组成，其基本的工作流程为：当电子标签进入感应范围内时，通过天线发送的特定频率的射频信号，获取感应电流产生激活能量，然后标签就将自身的信息返回。读写器获得信息后，通过一系列的解调、解码等操作，识别标签的数据及其合法性。



物联网体系结构

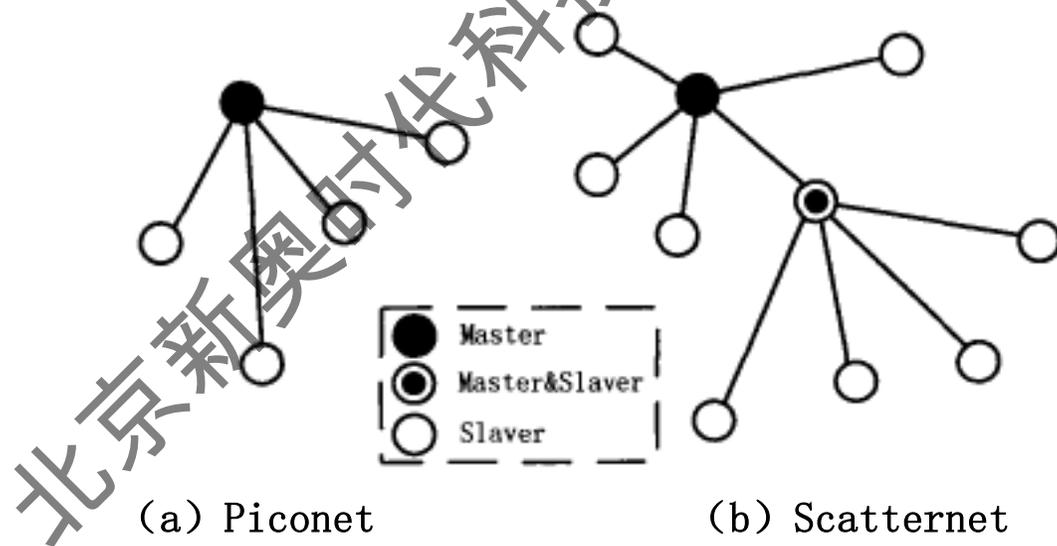


RFID系统基本工作原理

## 5、其他新型通信技术

### ► 蓝牙技术

蓝牙技术 (Bluetooth) 是一种短距离无线通信技术, 其产品具有体积小、功耗低、抗干扰、实时性和安全可靠等特点, 而且可以集成到几乎任何数字设备中, 蓝牙的传输距离一般为10cm~10m (0dbm)。如果增加功率, 可以达到100m (20dbm) 的传输距离。同时, 蓝牙采用抗干扰能力强的跳频扩谱 (Frequency Hopping Spread Spectrum) 技术, 支持上行速率57.6kb/s及下行速率723.2kb/s的非对称异步数据传输通道或433.9kb/s的对称异步数据传输通道, 也支持速率64kb/s的同步语音传输通道。



# 5、其他新型通信技术

## ➤ WLAN技术

目前，可选的适用于工业现场嵌入式应用的无线接入方案主要有：GPRS，IEEE802.11b，Bluetooth和红外IrDA。GPRS技术需要缴纳一定的流量费用；蓝牙（Bluetooth）是一种短距离无线接入方案，数据率低、传送距离短，一般不超过100米；红外方式只能进行点对点近距离传输，一般在几十厘米内。

相比较而言，对于中短距离的无线接入，IEEE802.11b无线局域网是一个理想方案，它的传输距离可以达到300米，可以通过增加接入点AP来扩大覆盖范围，更重要的是IEEE802.11b的具体应用都可以通过标准的网络协议接口实现的，所有现有的基于socket的应用程序都可以通过IEEE802.11b无线网卡传输数据，最大限度降低了软件方面的投资。它还具有可伸缩性和灵活性：安装容易，使用简便，组网灵活；经济性：投资费用低等优点。

IEEE802.11b标准的主要内容

内容	简介
速率	最高可达11Mbps，可根据实际情况采用5.5Mbps、2Mbps和1Mbps，实际工作速度约为5Mbps
频段	开放的ISM2.4GHz频段，无需申请
组网	可以作为有线网络的补充，也可独立组网
原理	引入载波侦听/冲突避免技术，避免了网络冲突的发生，大幅提高了网络效率
距离	可以传输100~400米，采用更高功率的发送器可以延长覆盖距离，室外可达40KM以上，但安全规则又要求限制发送功率，影响传输距离
安全	采用标准安全协议WEP，TKIP和基于802.11x的认证组件

北京新奥时代科技有限责任公司

智能传感器应用技术

# 知识点

中级:

- 智能传感器概述
- 视觉系统的应用
- 力觉传感器的应用
- 位置传感器的应用

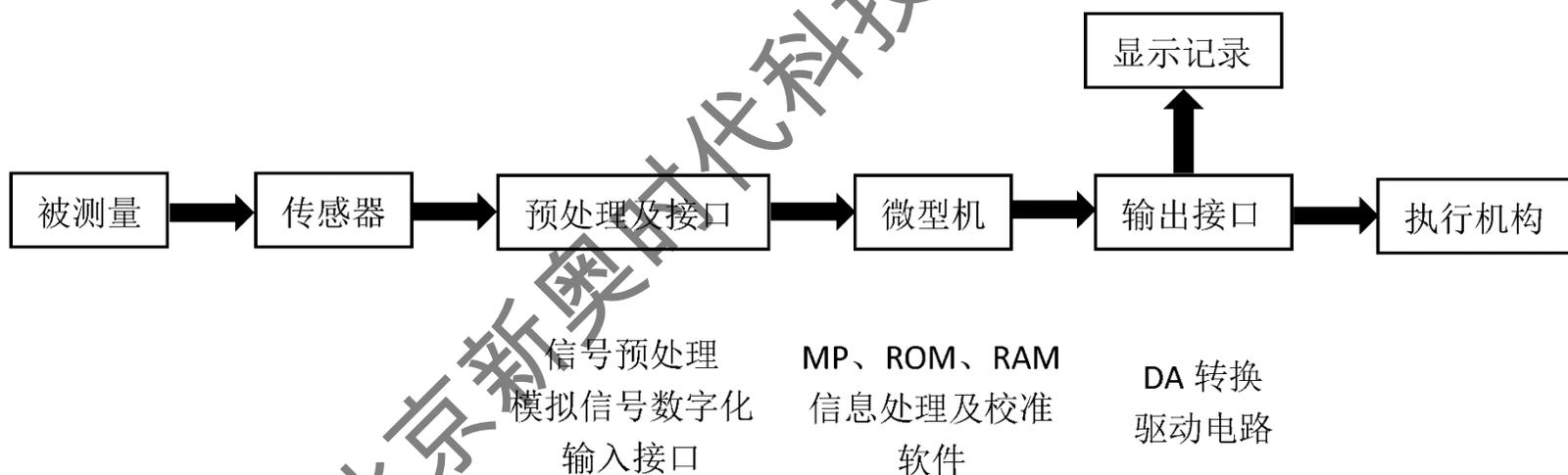
北京新奥时代科技有限责任公司



# 1、智能传感器概述

智能传感器是一种能够对被测对象的某一信息具有**感受、检测**的功能；能学习、推理判断处理信号；并具有通信及管理功能的一类新型传感器。智能传感器有**自动校零、标定、补偿、采集数据**等能力。其能力决定了智能化传感器还具有较高的精度和分辨率，较高的稳定性及可靠性，较好的适应性，相比于传统传感器还具有非常高的性价比。

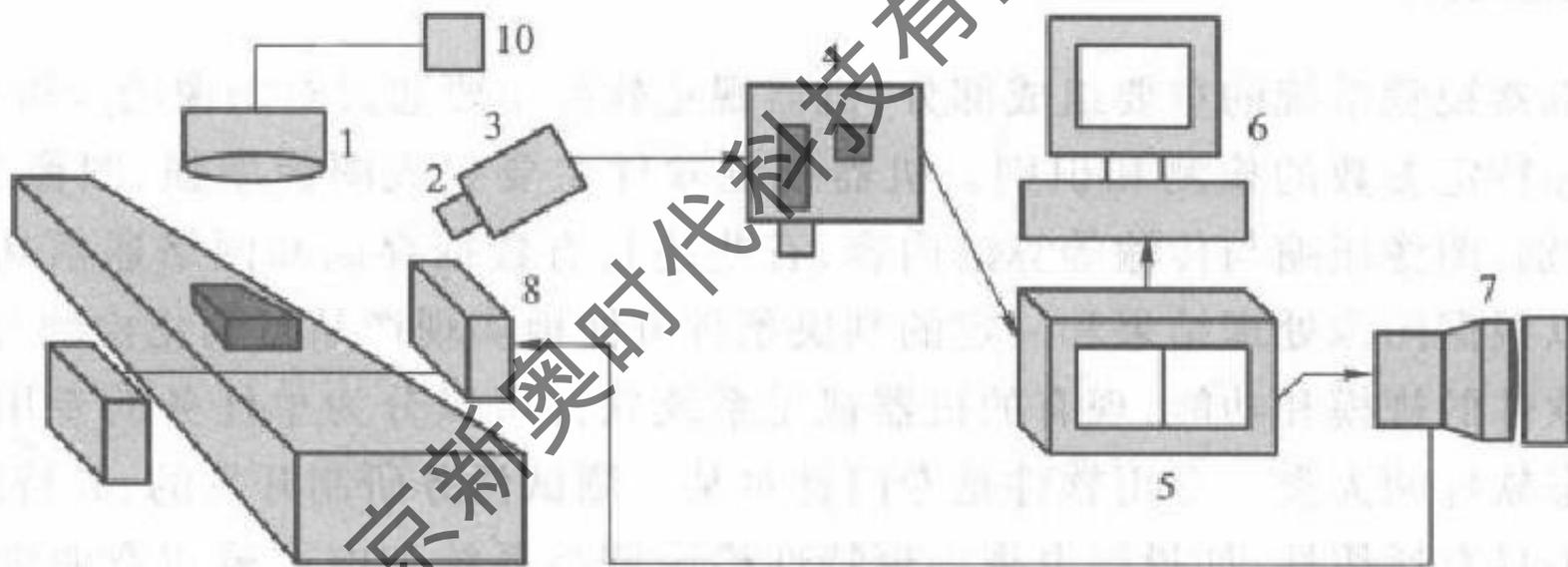
智能传感器系统主要由传感器、微处理器及相关电路组成，具有精度高、高可靠性与高稳定性、高信噪比与高分辨力、强自适应性、较高的性价比等特点。



## 2、视觉系统的应用

### ► 视觉系统的组成

机器视觉系统是指通过机器视觉产品(图像采集装置)获取图像,然后将获得的图像传送至处理单元,通过数字化图像处理进行目标尺寸、形状、颜色等的判别,进而根据判别的结果控制现场设备。一个典型的机器视觉系统包括CCD相机、视觉采集卡和PC或嵌入式计算机、光源等。



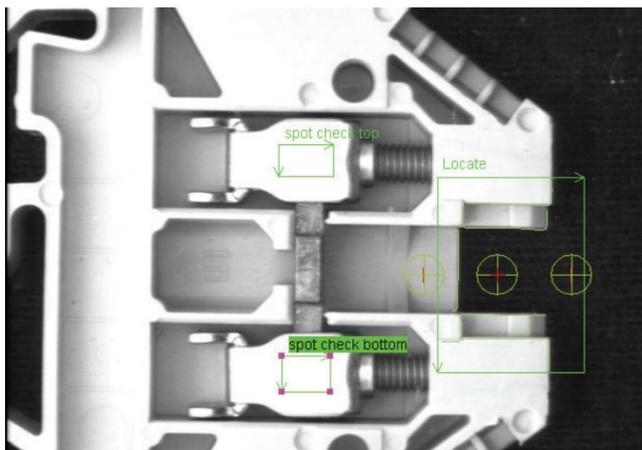
1-光源; 2-光学镜头; 3-摄像机; 4-图像采集卡; 5-图像处理系统; 6-显示设备; 7-驱动单元; 8-执行机构; 9-测试台与被测对象; 10-光源电源

## 2、视觉系统的应用

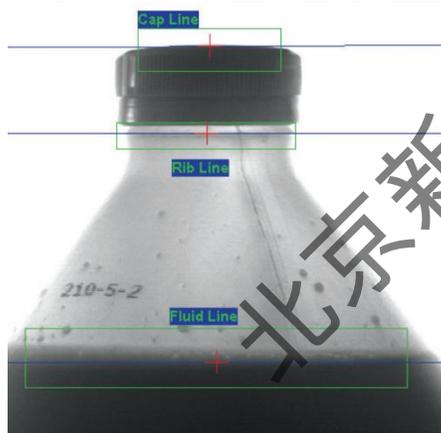
### ➤ 视觉系统的应用

引导、识别、测量和检验是机器视觉的四种主要应用。

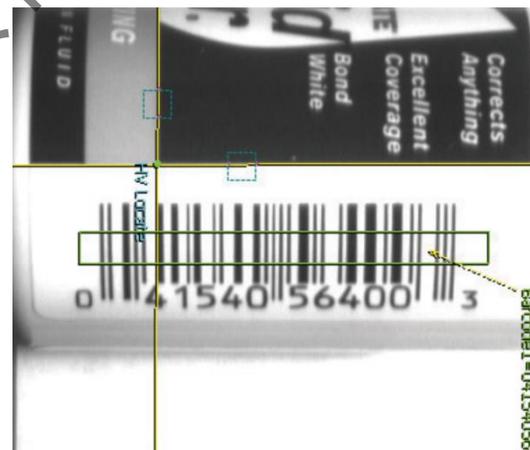
机器视觉引导



机器视觉测量



图像识别



机器视觉校验



# 3、力觉传感器的应用

## ➤ 多维力传感器简介

多维力传感器是力觉系统中比较常用的一种传感器,多维力传感器能同时检测三维空间的三个力/力矩信息,通过它的控制系统不但能检测和控制机器人手抓取物体的握力,而且还可以检测抓物体的重量,以及在抓取操作过程中是否有滑动、振动等。

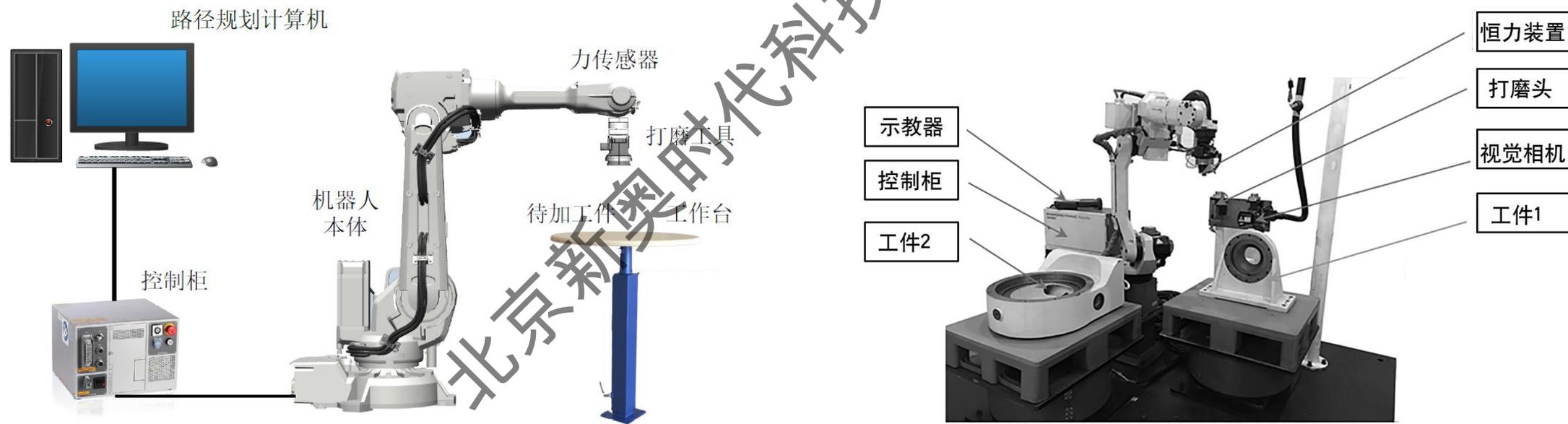


# 3、力觉传感器的应用

## ➤ 多维力传感器应用

打磨是一种表面改性的工艺技术，应用非常广泛。常规的打磨方案采用人工打磨，生产效率低，工作周期长，而且精度不高，产品均一性差。尤其是打磨现场的噪声和粉尘污染对工人的伤害特别大。

打磨机器人系统由工业机器人本体、机器人控制柜、路径规划计算机、打磨工具、六维力—力矩传感器及打磨工作台等组成。



## 4、位置传感器的应用

### ➤ 光电编码器



位置传感器是用于测量设备移动状态参数的功能元件。在工业机器人系统中，该类传感器安装在机器人坐标轴中，用来感知机器人自身的状态，以调整和控制机器人的行动。

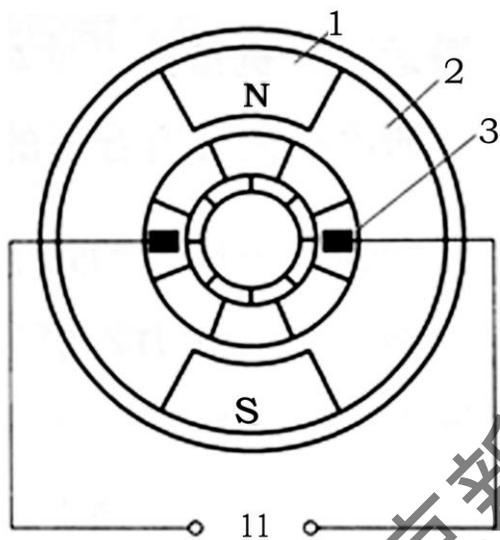
光电编码器是集光、机、电技术于一体的数字化传感器，它利用光电转换原理将旋转信息转换为电信息，并以数字代码输出，可以高精度地测量转角或直线位移。光电编码器具有测量范围大、检测精度高、价格便宜等优点，在机器人的位置检测及其他工业领域都得到了广泛的应用。

光电编码器分为绝对式和增量式两种类型。

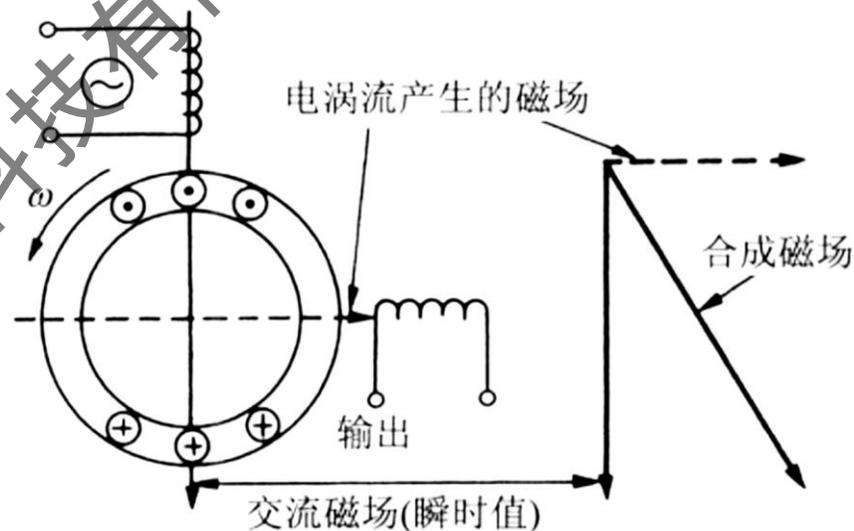
## 4、位置传感器的应用

### ► 速度传感器

速度传感器是工业机器人中较重要的内部传感器之一。由于在机器人中主要需测量的是机器人关节的运行速度，故这里仅介绍角速度传感器。除使用前述的光电编码器外，测速发电机也是广泛使用的角速度传感器。测速发电机可分为两种：直流测速发电机和交流测速发电机。



直流测速发电机结构原理



交流感应测速发电机原理

# 随堂练习

1、（ ）是用于测量设备移动状态参数的功能元件。

- A. 多维力传感器      B. 位置传感器      C. 微处理器      D. 智能传感器

2、（ ）属于智能传感器的功能。（多选）

- A. 复合敏感功能      B. 自适应功能      C. 信息存储功能      D. 数据处理功能

北京新奥时代科技有限责任公司

北京新奥时代科技有限责任公司

PLC技术应用

中级：

- PLC概述
- PLC安装
- PLC的应用

北京新奥时代科技有限责任公司



# 1、PLC概述

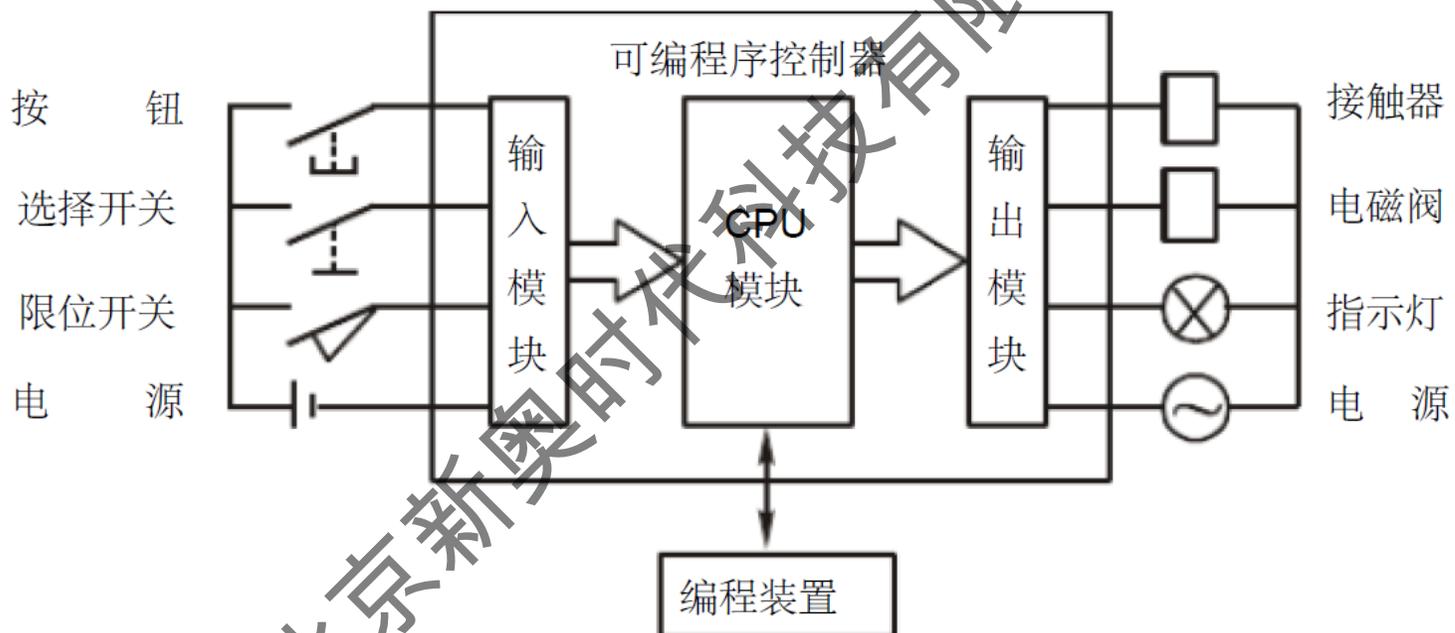
PLC是一个以微处理器为核心的数字运算操作的电子系统装置，专为在工业现场应用而设计，它采用可编程序的存储器，用以在其内部存储执行**逻辑运算、顺序控制、定时/计数和算术运算等操作指令**，并通过数字式或模拟式的**输入、输出接口**，控制各种类型的机械或生产过程。PLC是微机技术与传统的继电接触控制技术相结合的产物，它克服了继电接触控制系统中的机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点，充分利用了微处理器的优点，又照顾到现场电气操作维修人员的技能与习惯，特别是PLC的程序编制，不需要专门的计算机编程语言知识，而是采用了一套以继电器梯形图为基础的简单指令形式，使用户程序编制形象、直观、方便易学；调试与查错也都很方便。



# 1、PLC概述

## ➤ PLC的结构及各部分的作用

PLC 的类型繁多，功能和指令系统也不尽相同，但结构与工作原理则大同小异，通常由主机、输入/输出接口、电源、输入输出扩展模块和外部设备接口等几个主要部分组成。



# 1、PLC概述

## ➤ PLC工作原理

PLC是采用“**顺序扫描，不断循环**”的方式进行工作的。即在PLC运行时，CPU根据用户按控制要求编制好并存于用户存储器中的程序，按指令步序号（或地址号）作周期性循环扫描，如无跳转指令，则从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序，直至程序结束。然后重新返回第一条指令，开始新一轮新的扫描。在每次扫描过程中，还要完成对输入信号的采样和对输出状态的刷新等工作。

PLC的一个扫描周期必经**输入采样、程序执行和输出刷新**三个阶段。

**PLC在程序执行阶段：**按用户程序指令存放的先后顺序扫描执行每条指令，经相应的运算和处理后，其结果再写入输出状态寄存器中，输出状态寄存器中所有的内容随着程序的执行而改变。

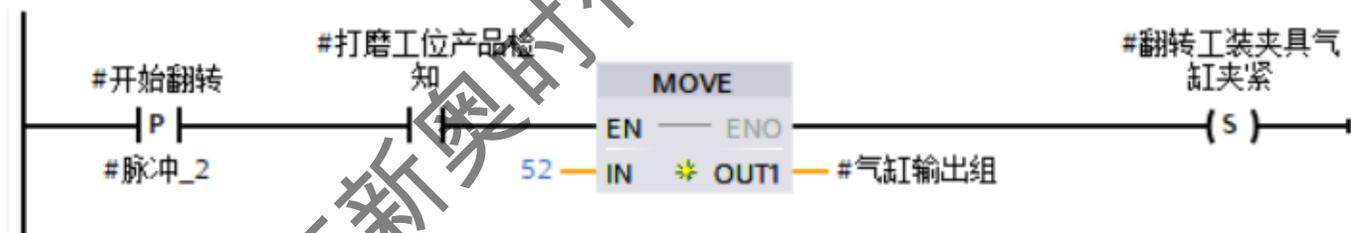
**输出刷新阶段：**当所有指令执行完毕，输出状态寄存器的通断状态在输出刷新阶段送至输出锁存器中，并通过一定的方式（继电器、晶体管或晶闸管）输出，驱动相应输出设备工作。

# 1、PLC概述

## ➤ PLC的程序编制--编程元件

PLC 是采用软件编制程序来实现控制要求的。编程时要使用到各种编程元件，它们可提供无数个动合和动断触点。编程元件是指输入寄存器、输出寄存器、位存储器、定时器、计数器、通用寄存器、数据寄存器及特殊功能存储器等。

PLC 内部这些存储器的作用和继电器控制系统中使用的继电器十分相似，也有“线圈”与“触点”，但它们不是“硬”继电器，而是PLC存储器的存储单元。当写入该单元的逻辑状态为“1”时，则表示相应继电器线圈得电，其动合触点闭合，动断触点断开。所以，内部的这些继电器称之为“软”继电器。



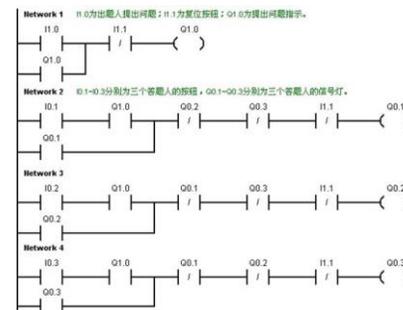
# 1、PLC概述

## ➤ PLC的程序编制--编程语言

所谓程序编制，就是用户根据控制对象的要求，利用PLC厂家提供的程序编制语言，将一个控制要求描述出来的过程。PLC最常用的编程语言是梯形图语言和指令语句表语言，且两者常常联合使用。

### ① 梯形图（语言）

梯形图是一种从继电接触控制电路图演变而来的图形语言。它是借助类似于继电器的动合、动断触点、线圈以及串、并联等术语和符号，根据控制要求联接而成的表示PLC输入和输出之间逻辑关系的图形，直观易懂。



### ② 指令语句表

指令语句表是一种用指令助记符来编制PLC程序的语言，它类似于计算机的汇编语言，但比汇编语言易懂易学，若干条指令组成的程序就是指令语句表。一条指令语句是由步序、指令语和作用器件编号三部分组成。

LD	I0.0
O	M0.0
AN	I0.1
AN	T40
=	M0.0
LD	M0.0
=	Q0.0
TON	T40, +30

## 2、PLC安装

PLC一般可以安装在面板或标准导轨上，并且可以水平或垂直安装。

CPU 可以很方便地安装到标准 DIN 导轨或面板上。可使用 DIN 导轨卡夹将设备固定到 DIN 导轨上。这些卡夹还能掰到一个伸出位置以提供设备面板安装时所用的螺钉安装位置。



要将 CPU 安装到 DIN 导轨上，请按以下步骤操作：

1. 安装 DIN 导轨。每隔75mm将导轨固定到安装板上。
2. 将CPU挂到DIN导轨上方。
3. 拉出 CPU下方的DIN导轨卡夹以便能将CPU安装到导轨上。
4. 向下转动CPU使其在导轨上就位。
5. 推入卡夹将CPU锁定到导轨上。

## 3、PLC的应用

PLC在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业。

大致可归纳为如下几类：

- 1) **开关量的逻辑控制**：实现逻辑控制、顺序控制，既可用于单台设备的控制，也可用于多机群控及自动化流水线。
- 2) **模拟量控制**：PLC配套的A/D 和D/A 转换模块，使可编程控制器用于模拟量控制。
- 3) **运动控制**：PLC可以用于圆周运动或直线运动的控制。广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。
- 4) **过程控制**：很多PLC都有PID模块，在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。
- 5) **数据处理**：PLC 具有数学运算（含矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。
- 6) **通信及联网**：PLC都具有通信接口，PLC间的通信及PLC与其它智能设备间的通信非常方便。

# 随堂练习

1、（ ）是一种从继电器接触控制电路图演变而来的图形语言。它是借助类似于继电器的动合、动断触点、线圈以及串、并联等术语和符号，根据控制要求联接而成的表示PLC输入和输出之间逻辑关系的图形，直观易懂。

- A. 流程图                      B. 时序图                      C. 梯形图                      D. 指令语句表

2、PLC的一个扫描周期必经下列哪三个阶段。（ ）

- A. 结果写入                      B. 输入采样                      C. 程序执行                      D. 输出刷新

北京新奥时代科技有限责任公司

触摸屏技术应用

中级：

- 触摸屏主要结构
- 触摸屏应用设计原则

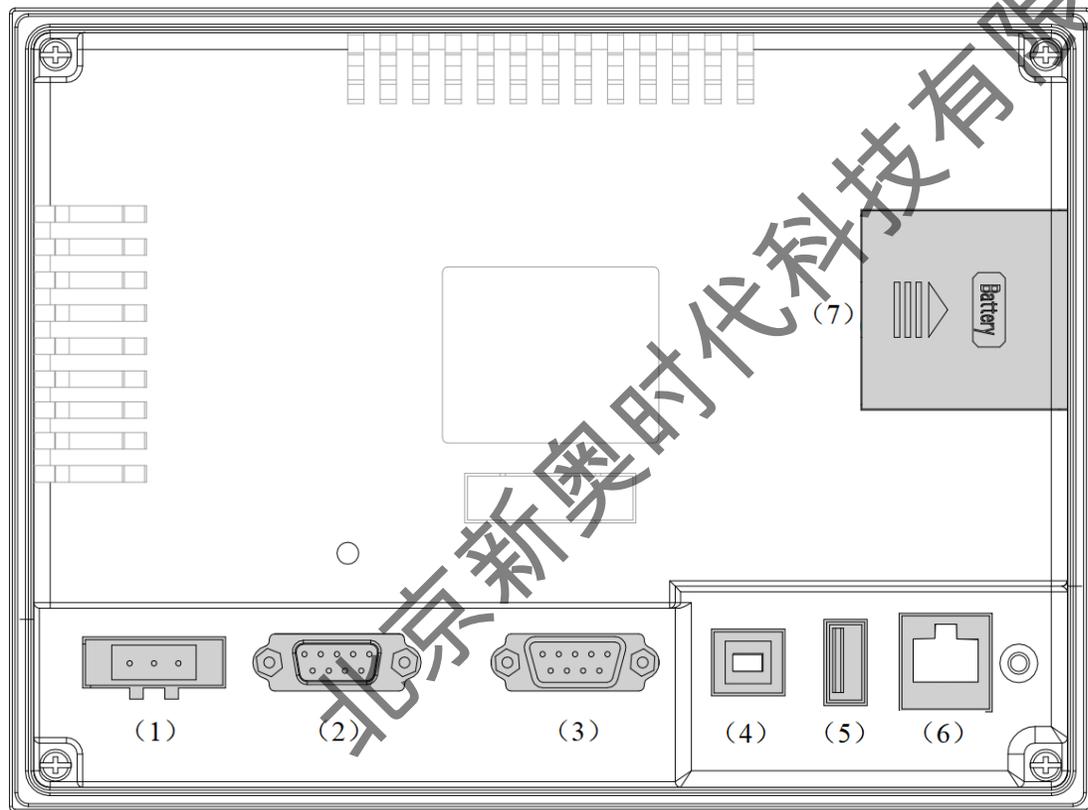
北京新奥时代科技有限责任公司



# 1、触摸屏主要结构

一个基本的触摸屏是由**触摸传感器**，**控制器**和**软件驱动器**作为三个主要组件。在与PLC等终端连接后，可组成一个完整的监控系统。

随着物联网等通信技术的发展，触摸屏支持越来越多的通讯协议，这也使得触摸屏可连接的终端越来越丰富。



- 1-电源接口;
- 2-串行通信口;
- 3-串行通信口;
- 4-USB接口;
- 5-USB接口;
- 6-以太网端口;
- 7-SIM卡插座

## 2、触摸屏应用设计原则

### ➤ 主画面的设计

一般情况，可用欢迎画面或被控系统的主系统画面作为主画面，该画面可进入到各分画面。各分画面均能一步返回主画面。若是将被控主系统画面作为主画面，则应在画面中显示被控系统的一些主要参数，以便在此画面上对整个被控系统有大致的了解。在主画面中，可以使用按钮，图形，文本框，切换画面等控件，实现信息提示，画面切换等功能。



## 2、触摸屏应用设计原则

### ► 控制画面的设计

该画面主要用来控制被控设备的启停及显示PLC内部的参数，也可将PLC参数的设定做在其中。该种画面的数量在触摸屏画面中占的最多，其具体画面数量由实际被控设备决定。在控制画面中，可以通过图形控件，按钮控件，采用连接变量的方式，改变图形的显示形式，从而反映出被控对象的状态变化。



## 2、触摸屏应用设计原则

### ▶ 参数设置页面的设计

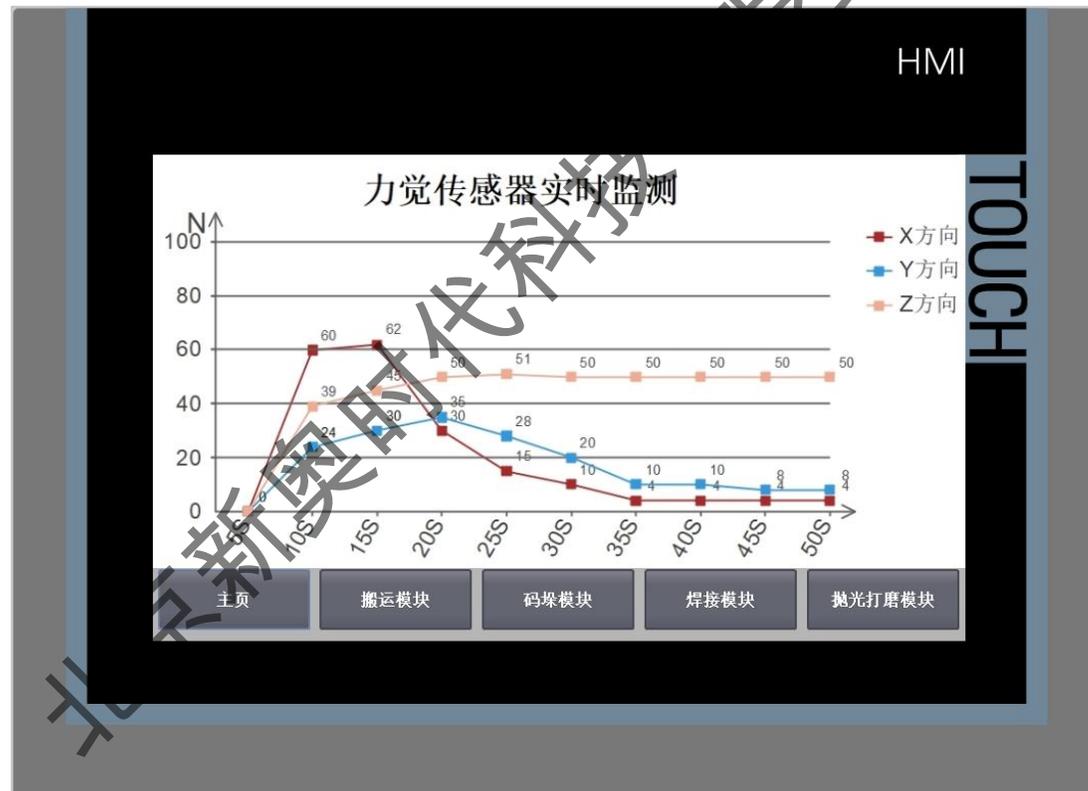
该画面主要是对PLC的内部参数进行设定，同时还应显示参数设定完成的情况。实际制做时还应考虑加密的问题，限制闲散人员随意改动参数，对生产造成不必要的损失。在参数设置页面中，可以通过文本框，输入框等控件的使用，方便快捷的监控和修改设备的参数。



## 2、触摸屏应用设计原则

### ► 实时趋势页面的设计

该画面主要是以曲线记录的形式来显示被控值、PLC模拟量的主要工作参数（如输出变频器频率、温度趋线值）等的实时状态。在该画面中常常使用趋势图控件或者柱形图控件，将被测变量数值图形化，方便直观的观察待测参数的变化量。



# 随堂练习

1、在触摸屏画面的（ ）中，可以通过文本框，输入框等控件的使用，方便快捷的监控和修改设备的参数。

- A. 参数设置页面      B. 主画面      C. 控制画面      D. 实时趋势页面

2、在触摸屏画面的主画面中，可以使用以下（ ）控件，实现信息提示，画面切换等功能。（多选）

- A. 按钮      B. 图形      C. 切换画面      D. 以上都不符合

北京新奥时代科技有限责任公司

# 谢谢聆听

北京新奥时代科技有限责任公司

二〇一九年九月

北京新奥时代科技有限责任公司