

## 机器人学 课程教案

授课时间	第 16 周                      第 16 节	课次	2
授课方式 (请打√)	理论课 <input checked="" type="checkbox"/> 讨论课 <input type="checkbox"/> 实验课 <input type="checkbox"/> 习题课 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>	课时 安排	2
授课题目（教学章、节或主题）： <b>第 8 章 工业机器人的应用</b> <b>8.1 工业机器人的应用准则、步骤和安全实施规范</b> <b>8.2 焊接工业机器人系统及应用</b> <b>8.3 喷涂机器人系统组成及应用</b>			
主要教学方法 与手段	教学方法：启发式教学、实例引导法教学 教学手段：板书+多媒体		
本课次教学目的、要求（分掌握、熟悉、了解三个层次）： 1、了解工业机器人的应用准则、应用步骤和安全实施规范。 2、根据前述知识进行系统应用举例，达到综合应用知识目的。了解最新研究成果及发展动态。			
教学重点及难点： 重点：典型机器人的应用案例；工业机器人的最新研究和应用动态。 难点：典型机器人的分析过程。			
教学基本内容及过程			
<b>8.1 工业机器人的应用准则、步骤和安全实施规范</b>			
工业机器人概述：目前，工业机器人是技术上最成熟、应用最广泛的机器人。焊接机器人、搬运机器人、喷涂机器人和装配机器人是工业中最常用的机器人类型。本章重点介绍这四类机器人及其应用。			
<b>8.1.1 工业机器人的应用准则</b> 在设计和应用工业机器人时，应考虑很多因素，具体遵循的准则是：			
1、在恶劣的工作环境中应用机器人。把人从恶劣的工作岗位上代替下来，改善工人的劳动条件；			
2、在生产率和生产质量落后的部门应用机器人。提高生产效率和生产质量；（3）			
3、从长远考虑需要机器人。机器人具有通用性，在一定条件下其寿命较长而且能够持续不间断的工作；			
4、机器人的使用成本。从各方面比较人和机器人的使用成本，选择成本低，效益高的那一个；			

5、应用机器人时需要人。目前，机器人不可能完全取代人进行工作，需要考虑机器人的实际工作能力，在人的控制下完成一些特定的工作。

### **8.1.2 工业机器人的应用步骤**

- 1、全面考虑并明确自动化要求
- 2、制订机器人化计划；
- 3、探讨使用机器人的条件；
- 4、对辅助作业和机器人性能进行标准化处理；
- 5、设计机器人化作业系统方案；
- 6、选择适宜的机器人系统评价指标；
- 7、详细设计和具体实施。

### **8.1.3 工业机器人安全实施规范**

- 1、安全分析步骤
- 2、采取的安全措施
- 3、机器人安全操作规程

## **8.2 焊接工业机器人系统及应用**

汽车工业引入机器人已取得了明显效益，改善多品种混流生产的柔性，提高焊接质量，提高生产率，把工人从恶劣的作业环境中解放出来。机器人已经成为汽车生产行业的支柱。

### **8.2.1 焊接机器人的选用**

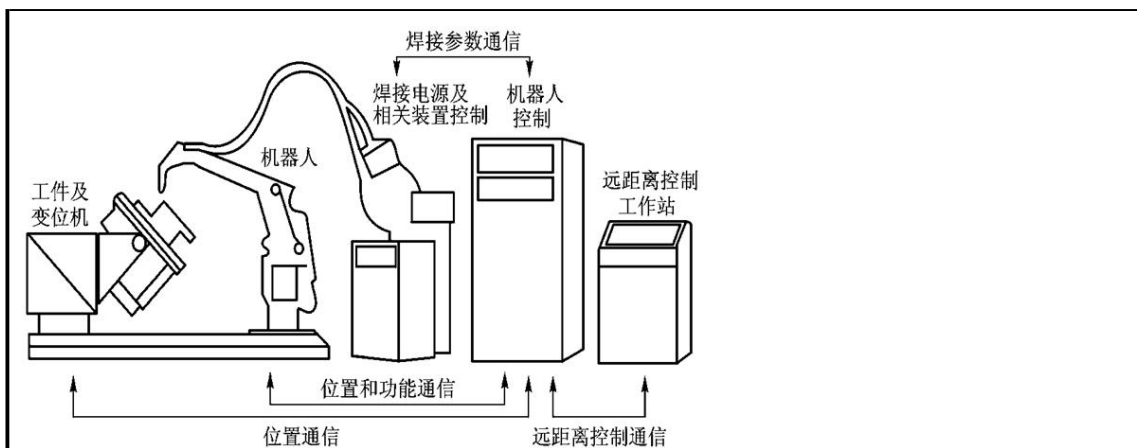
选用焊接机器人时，应从以下几个方面进行考虑：

- 1、机器人承载能力
- 2、机器人自由度数
- 3、机器人作业范围
- 4、机器人重复定位精度
- 5、机器人存储容量
- 6、机器人的干涉性
- 7、机器人的安装形式
- 8、机器人的软件功能
- 9、机器人的安装环境

### **8.2.2 弧焊机器人系统组成**

#### **1. 焊接机器人的组成**

完整的焊接机器人系统一般由以下几个部分组成：机器人操作机、变位机、控制器、焊接系统（专用焊接电源、焊枪或焊钳等）、焊接传感器、中央控制计算机和相应的安全设备等。



(1) 机器人操作机：机器人操作机是焊接机器人系统的执行机构，它的组成如本书前部分所述。其任务是精确地保证末端执行器（焊枪）所要求的位置、姿态并实现其运动。一般情况下，工业机器人操作机从结构上至少应具有 3 个以上的可自由编程运动关节。

(2) 变位机：变位机作为机器人焊接生产线及焊接柔性加工单元的重要组成部分，其作用是将被焊工件旋转（平移）到最佳的焊接位置。

在焊接作业前和焊接过程中，变位机通过夹具装卡和定位被焊工件，对工件的不同要求决定了变位机的负载能力及其运动方式。

(3) 机器人控制器：机器人控制器是整个机器人系统的神经中枢。控制器负责处理焊接机器人工作过程中的全部信息和控制其全部动作。

(4) 焊接系统：焊接系统是焊接机器人得以完成作业的必需装备，主要由焊钳或焊枪、焊接控制器以及水、电、气等辅助部分组成。

焊接控制器是焊接系统的控制装置，它根据预定的焊接监控程序，完成焊接参数输入、焊接程序控制及焊接系统故障自诊断，并实现与上位机的通信联系。

(5) 焊接传感器：在焊接过程中，尽管机器人操作机、变位机、装卡设备和工具能达到很高的精度，但由于存在被焊工件几何尺寸和位置误差以及焊接过程中的热变形，传感器仍是焊接过程中不可缺少的设备。

传感器的任务是实现工件坡口的定位、跟踪以及焊缝熔透信息的获取。

(6) 中央控制计算机：中央控制计算机在工业机器人向系统化、PC 化和网络化的发展过程中发挥着重要的作用。

通过相应接口与机器人控制器相连接，中央控制计算机主要用于在同一层次或不同层次的计算机间形成通信网络，同时与传感系统相配合，实现焊接路径和参数的离线编程、焊接专家系统的应用及生产数据的管理。

(7) 安全设备：安全设备是焊接机器人系统安全运行的重要保障，其主要包括驱动系统过热自断电保护、动作超限位自断电保护、超速自断电保护、机器人系统工作空间干涉自断电保护及人工急停断电保护等，它们起到防止机器

人伤人或周边设备的作用。

在机器人的工作部还装有各类触觉或接近觉传感器，可以使机器人在过分接近工件或发生碰撞时停止工作。

## 2. 焊接机器人的分类

焊接机器人可以按用途、结构、受控方式及驱动方法等进行分类。按用途焊接机器人可分为弧焊机器人和点焊机器人。

### (1) 弧焊机器人

弧焊机器人在许多行业中得到广泛应用，是工业机器人最大的应用领域。

弧焊机器人不只是一台以规划的速度和姿态携带焊枪移动的单机，还包括各种电弧焊附属装置在内的柔性焊接系统。

在弧焊作业中，焊枪应跟踪工件焊道运动，并不断填充金属形成焊缝。

因此运动过程中速度稳定性和轨迹精度是两项重要指标。

同时，由于焊枪姿态对焊缝质量也有一定影响，因此希望焊枪姿态的可调范围尽量大。

## 8.2.3 弧焊机器人应用实例

- 1、工作站整体结构
- 2、控制系统工作原理

## 8.2.4 机器人弧焊新技术

- 1、TCP 自动校零技术
- 2、双丝高速焊接技术
- 3、机器人等离子切割技术
- 4、模块式夹紧机构

## 8.2.5 点焊机器人

### 1、点焊机器人概述

点焊机器人系统典型的应用领域是汽车工业。汽车车体装配时，约 60%的焊点是由机器人来完成的。

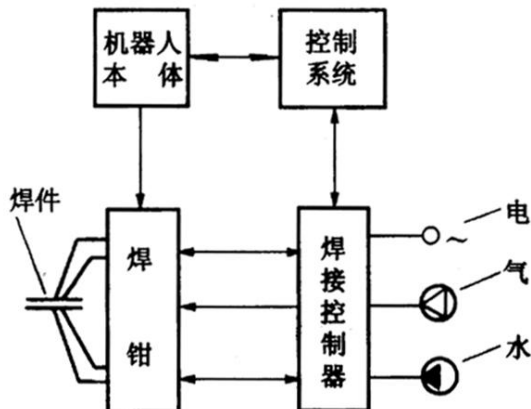
通常电焊机器人选用关节式工业机器人的基本设计，一般具有六个自由度：腰转、大臂转、小臂转、腕转、腕摆及腕捻。其驱动方式有液压驱动和电气驱动两种。

点焊机器人按照示教程序规定的动作、顺序和参数进行点焊作业，其过程是完全自动化的，并且具有与外部设备通信的接口，可以通过这一接口接受上一级主控与管理计算机的控制命令进行工作。

### 2、点焊机器人的组成

点焊机器人有多种结构形式，分为 3 大组成部分，即机器人本体、点焊焊接系统及控制系统。本体控制部分主要是实现示教在线、焊点位置及精度控制，以及控制分段的时间及程序转换以外，还通过改变主电路晶闸管的导通角而实现焊接电流控制。

点焊机器人的焊接系统即手臂上所握焊枪包括电极、电缆、气管、冷却水管及焊接变压器。焊枪相对比较重，要求手臂的负重能力较强。



### 8.2.6 点焊机器人应用实例

- 1、点焊机器人工作站的基本组成
- 2、控制系统工作原理

## 8.3 喷涂机器人系统组成及应用

计算机控制的喷涂机器人早在 1975 年就投入运用，它可以避免危害人体的健康，提高经济效益（如节省油漆）和喷涂质量。由于具有可编程能力，所以喷涂机器人能适应于各种应用场合。

例如，在汽车工业上，可利用喷涂机器人对下车架和前灯区域、轮孔、窗口、下承板、发动机部件、门面以及行李箱等部分进行喷漆。由于能够代替人在危险和恶劣环境下进行喷涂作业，所以喷涂机器人得到了日益广泛的应用。

### 1. 喷涂机器人的一般要求与特点

#### (1) 喷涂机器人的环境要求

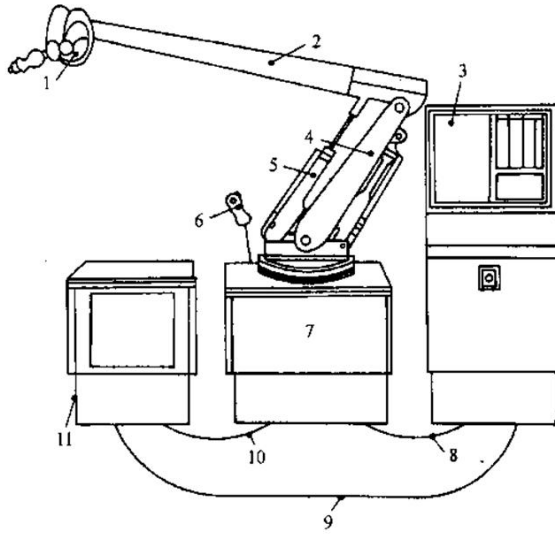
- 1) 工作环境包含易爆的喷涂剂蒸气；
- 2) 沿轨迹高速运动，途径各点均为作业点；
- 3) 多数的被喷涂件都搭载在传送带上，边移动边喷涂。

#### (2) 喷涂机器人的技术要求

- 1) 机器人的运动链要有足够的灵活性，以适应喷枪对工件表面的不同姿态要求，多关节型为最常用，它有 5~6 个自由度；
- 2) 要求速度均匀，特别是在轨迹拐角处误差要小，以避免喷涂层不均；
- 3) 控制方式通常以手把手示教方式为多见，因此要求在其整个工作空间内示教时省力，要考虑重力平衡问题；
- 4) 可能需要轨迹跟踪装置；
- 5) 一般均用连续轨迹控制方式；
- 6) 要有防爆要求。

### 8.3.1 喷涂机器人系统基本组成

喷涂机器人通常有液压喷涂机器人和电动喷涂机器人两类。采用液压驱动方式，主要考虑是从充满可燃性溶剂蒸气环境的安全着想。



六轴多关节型液压喷涂机器人系统

1-操作机；2-水平臂；3-控制装置；4-垂直臂；5-液压缸；6-示教手把；7-底座；  
8-主电缆；9-电缆；10-软管；11-油泵。

一般采用“本质安全防爆结构”，即要求机器人在可能发生强烈爆炸的0级危险中也能安全工作。防爆结构主要有耐压和内压防爆机构。

### 开放式机器人控制系统

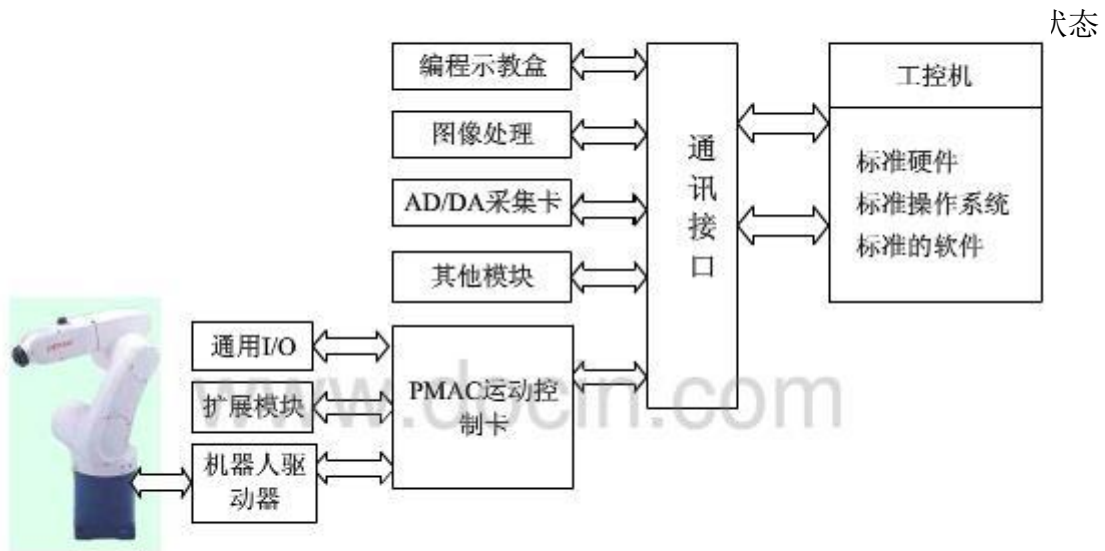


图 开放式机器人控制系统结构

作业和思考题？

工业机器人的应用准则是什么？

选用焊接机器人时应从哪几个方面考虑？

课后小结：

工业机器人的应用准则、步骤和安全实施规范；

弧焊机器人、点焊机器人、喷涂机器人系统的组成及工作原理。