

# 通用运动控制技术现状、发展及其应用

运动控制讲座（一）

李晓明

# 内容介绍

- 运动控制概述
- 运动控制的各个组成环节
- 单轴运动控制技术
- 多轴运动协调控制技术
- 通用运动控制技术介绍

# 运动控制概述

- 运动控制起源于自动控制
  - 伺服控制技术（随动控制）
  - 根据被控对象的特点可以将控制分为二类
    - 过程控制
    - 运动控制
- 运动控制是以机械运动为主要生产方式，以电机为主要被控对象的快速、高精度的控制

# 术语简介

- 运动控制系统
  - 完成的以运动控制为目标的系统，包括被控对象，数字传感器，电机—驱动系统以及相关的运动控制板集合而成的系统
- 被控对象
  - 设备
- 电机驱动系统
  - 驱动器
- 运动控制器
- 数字传感器

# 运动控制的发展历史

- 自动控制技术的起源（略）
- 伺服机构的提出及自动控制理论的发展
  - 1934 提出伺服机构 “ Servomechanism”
  - 1922 米诺斯基 “ PID 控制算法”
- 机器人和机电一体化技术的诞生
  - 1952 ， 第一台数控机床（铣床）
  - 1954 ， 戴沃提出工业机器人的构想
  - 1961 ， 恩格尔伯格，第一台工业机器人问世
  - 1972 ， 机电一体化概念的提出（日本安川工程师）

# 运动控制的发展历史（续）

- 电气伺服驱动及运动控制器的进步
  - 电气伺服逐渐取代液压伺服
  - 计算机控制系统的诞生
  - DSP 技术的研究
  - DSP 和 FPGA 技术的发展
  - 通讯技术的发展（趋势）

# 运动控制单元技术

- 伺服电机及其驱动技术

- 直流伺服电机
- 驱动技术

- PWM

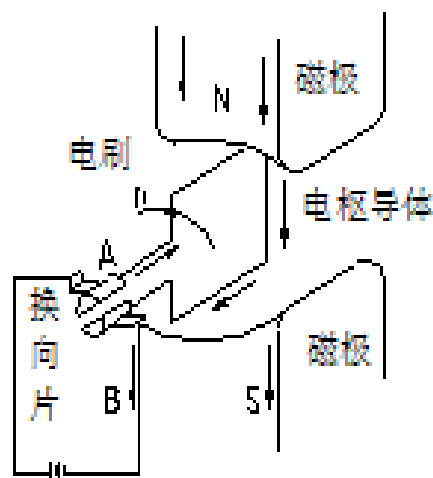


图4-3 直流伺服电机

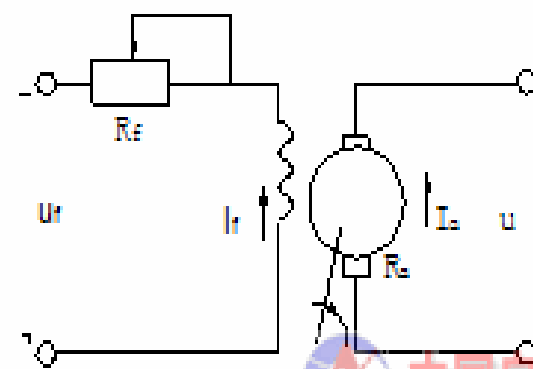


图4-4 他激直流电动机的工作原理图

# 运动控制技术单元技术（续）

- 交流伺服电机及其驱动技术
  - 直流无刷电机
  - 两相交流伺服电机
  - 驱动技术
    - PWM 交—直—交变频器
    - 矢量控制技术



# 运动控制技术单元技术（续）

- 步进电机
- 步进电机驱动器
- 步进电机的控制
  - 点位控制
  - 加减速控制
  - 闭环控制

# 运动控制技术单元技术（续）

- 控制器
  - PLC
  - MCU
  - DSP
  - 通用运动控制器

# 单轴运动控制系统控制技术

- 是基础
- PID 控制算法及其改进算法
  - PID
  - PD 控制+速度负反馈
  - 相位超前—滞后控制策略
  - 符合控制

# 多轴运动协调技术

- 运动控制系统设计方案
- 运动分配
- 精插补和粗插补

# 通用运动控制技术

通用运动控制技术作为自动化技术的一个重要分支，在 **20 世纪 90 年代**，国际上发达国家，例如美国进入快速发展的阶段。由于有强劲市场需求的推动，通用运动控制技术发展迅速，应用广泛。近年来，随着通用运动控制技术的不断进步和完善，通用运动控制器作为一个独立的工业自动化控制类产品，已经被越来越多的产业领域接受，并且它已经达到一个引人瞩目的市场规模。根据 **ARC** 近期的一份研究，世界通用运动控制（**General Motion Control GMC**）市场已超过 **40 亿美元**，并且有望在未来 **5 年内综合增长率达到 6.3 %**。

# 通用运动控制器从结构上分类

- 基于计算机标准总线的运动控制器
  - 主流产品
- **Soft** 型开放式运动控制器
  - 运动控制软件全部安装在计算机中
  - 通过标准接口进行通讯
- 嵌入式结构的运动控制器
  - 把计算机嵌入到运动控制器中
  - 采用了更加可靠的总线连接方式（采用针式连接器）

# 通用运动控制器在国内的应用及发展

- 目前，国内的运动控制器生产厂商提供的产品大致可以分为三类
  - 以单片机或微处理器作为核心的运动控制器
  - 以专用芯片（ **ASIC** ）作为核心处理器的运动控制器
  - 基于 **PC** 总线的以 **DSP** 和 **FPGA** 作为核心处理器的开放式运动控制器

# 运动控制的形式

- 点位运动控制
- 连续轨迹运动控制
- 同步运动控制



# 运动控制器的主要功能

- 运动规划功能
- 多轴插补、连续插补功能
- 电子齿轮与电子凸轮功能
- 比较输出功能
- 探针信号锁存功能

# 板卡形式的控制器优缺点

- 优点
  - 硬件组成简单，把运动控制器插入 **PC** 总线，连接信号线就可组成系统
  - 可以使用 **PC** 机已经具有的丰富软件进行开发
  - 运动控制软件的代码通用性和可移植性较好
  - 可以进行开发工作的工程人员较多，不需要太多培训工作，就可以进行开发

# 嵌入式 PC 的运动控制器

嵌入式 PC 的运动控制器能够克服以上缺点。这种产品会有较好的市场前景。由于 SOM(system on module ) 和 SOC ( system on chip ) 技术的快速发展，嵌入式 PC 运动控制器获得了良好的发展。嵌入式运动控制器产品可以很方便地将在 PC 上开发的应用系统，不加任何改动就可以很方便地移植过来。作为用户来讲，他们仅仅开发跟其具体项目有关、相对独立的人机界面就可以了。由于嵌入式 PC 的运动控制平台具有标准 PC 的接口功能，用户不需要再购买工业 PC 就能很方便的组成他们自己的系统。这种嵌入式运动控制器既提高了整个系统的可靠性，有时系统更加简洁和高度集成化。

# 发展趋势

- 基于网络的运动控制器
  - 以太网
  - 工业总线
- 运动控制系统控制器的专用化
  - 图像采集专用的
  - 力伺服专用的
  - 等等

# 板卡形式的控制器优缺点

- 缺点

- 采用板卡结构的运动控制器采用金手指连接，单边固定，在多数环境较差的工业现场（振动，粉尘，油污严重），不适宜长期工作。
- **PC 资源浪费**。由于 **PC** 的捆绑方式销售，用户实际上仅使用少部分 **PC** 资源，未使用的 **PC** 资源不但造成闲置和浪费，还带来维护上的麻烦。
- 整体可靠性难以保证，由于 **PC** 的选择可以是工控机，也可以是商用机。系统集成后，可靠性差异很大。并不是由运动控制器能保证的。
- 难以突出行业特点。不同行业、不同设备其控制面板均有不同的特色和个性。