

## 如何设计运动控制系统

**前言：**运动控制器已经从以单片机或微处理器作为核心的运动控制器和以专用芯片（ASIC）作为核心处理器的运动控制器，发展到了基于PC总线的以DSP和FPGA作为核心处理器的开放式运动控制器。运动控制技术也由面向传统的数控加工行业专用运动控制技术而发展为具有开放结构、能结合具体应用要求而快速重组的先进运动控制技术。随着实际应用的快速增长，对于广大的工程师来说如何设计好一个运动控制系统成为一个重要课题。

### 总体方案选择

根据系统的技术指标要求和工艺要求，确定

- | 运动控制系统的结构：开环vs闭环
- | 步进电机vs伺服电机
- | 机械传动结构
- | 直接刚性联轴器连接
- | 减速机
- | 同步齿型带
- | 运动控制器：运动方式
- | 反馈元件

### 部件选择

- | 反馈元件分辨率、安装位置
  - Ø 电机选择
    - ü 步进电机
      - ü 力矩大小、步距角、驱动器的细分数
    - Ø 伺服电机
      - ü 力矩匹配、当量匹配、惯量匹配、频带宽度匹配
- | 运动控制器选择
  - Ø 控制轴数、联动轴数
  - Ø 应用开发环境
- | 机械传动减速比

### 传感器分辨率

- | 增量编码器
  - Ø 分辨率： $4N/(2\pi)$ ，N为每转脉冲数
- | 绝对编码器或旋转变压器
  - Ø 分辨率： $2^n/(2\pi)$ ，n表示n位二进制数
- | 传感器安装位置
  - Ø 电机轴端
  - Ø 负载

### 如何选择一台电机？

- | 选择电机主要从以下几方面考虑：
  - Ø 系统的精度要求
  - Ø 连续运转速度和最高速度、最高加速度要求
  - Ø 负载情况
  - Ø 惯量情况
  - Ø 机械传动结构
  - Ø 初步选定电机
  - Ø 计算所选电机的峰值力矩和额定力矩是否满足要求

## 交流伺服系统的选型依据

- | 当量匹配
- | 惯量匹配
- | 力矩匹配

## 伺服系统选型之当量匹配

- | 每个脉冲对应的机械进给量，这里的脉冲是指实际的反馈脉冲机械传动方式与减速比
- | 位置分辨率vs 机械进给速度
- | 电子齿轮比

## 伺服系统选型之惯量匹配

- | 负载惯量决定整个系统的响应性，即加减速特性
- | 选择恰当的减速比
  - Ø 惯量比：折算到电机轴上的负载惯量/电机转子惯量
  - Ø 伺服电机工作的惯量比应为5~10倍
  - Ø 最佳惯量匹配：惯量比为1
- | 速度环路增益、位置环路增益、惯量比

## 伺服系统选型之力矩匹配

- | 峰值力矩
  - Ø 加减速要求
  - Ø 电机转子惯量、负载惯量
- | 额定力矩
  - Ø 负载力矩要求
  - Ø 速度运行图
    - ≥ 最佳速度运行图
    - ≥ 梯形曲线
    - ≥ S形速度曲线

## 伺服电机的容量确定

- | 系统控制要求：定位控制vs 速度控制
- | 系统的技术要求：精度、分辨率、最高速度、进给速度、运转周期、定位时间
- | 确定机械传动结构
- | 确定速度运行图
- | 计算机械参数：负载力矩、负载惯量、减速比
- | 暂时选定电机，验算精度vs 脉冲当量、机械最高速度、惯量比、额定力矩、峰值力矩
- | 验算温升，选定再生制动元件

## 交流伺服系统的应用分析

- | 几个概念
  - Ø 定位方式
  - Ø 系统精度
  - Ø 频带宽度
- | 交流伺服系统的整定
  - Ø 机械系统的完备性
  - Ø 由内至外的整定方式
  - Ø 频带宽度与响应时间
  - Ø 机械共振与定位时间