

# 第三章 CNC系统结构及方法

- CNC系统组成及特点
- 计算机数控系统硬件结构
- CNC系统软件结构及控制
- CNC系统常见外设及接口
- CNC系统实例

# § 3-1 CNC系统的结构及组成

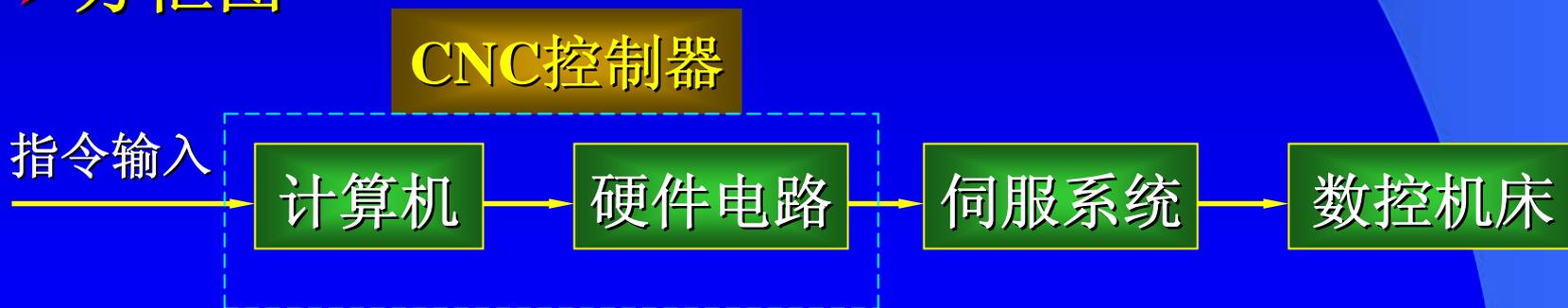
## 一、CNC系统的定义及结构

### ➤ 定义

CNC是用一个存储程序的计算机，按照存储在计算机内的控制程序去执行数控装置的一部分或全部功能，在计算机之外的唯一装置是接口。

### CNC与NC的区别

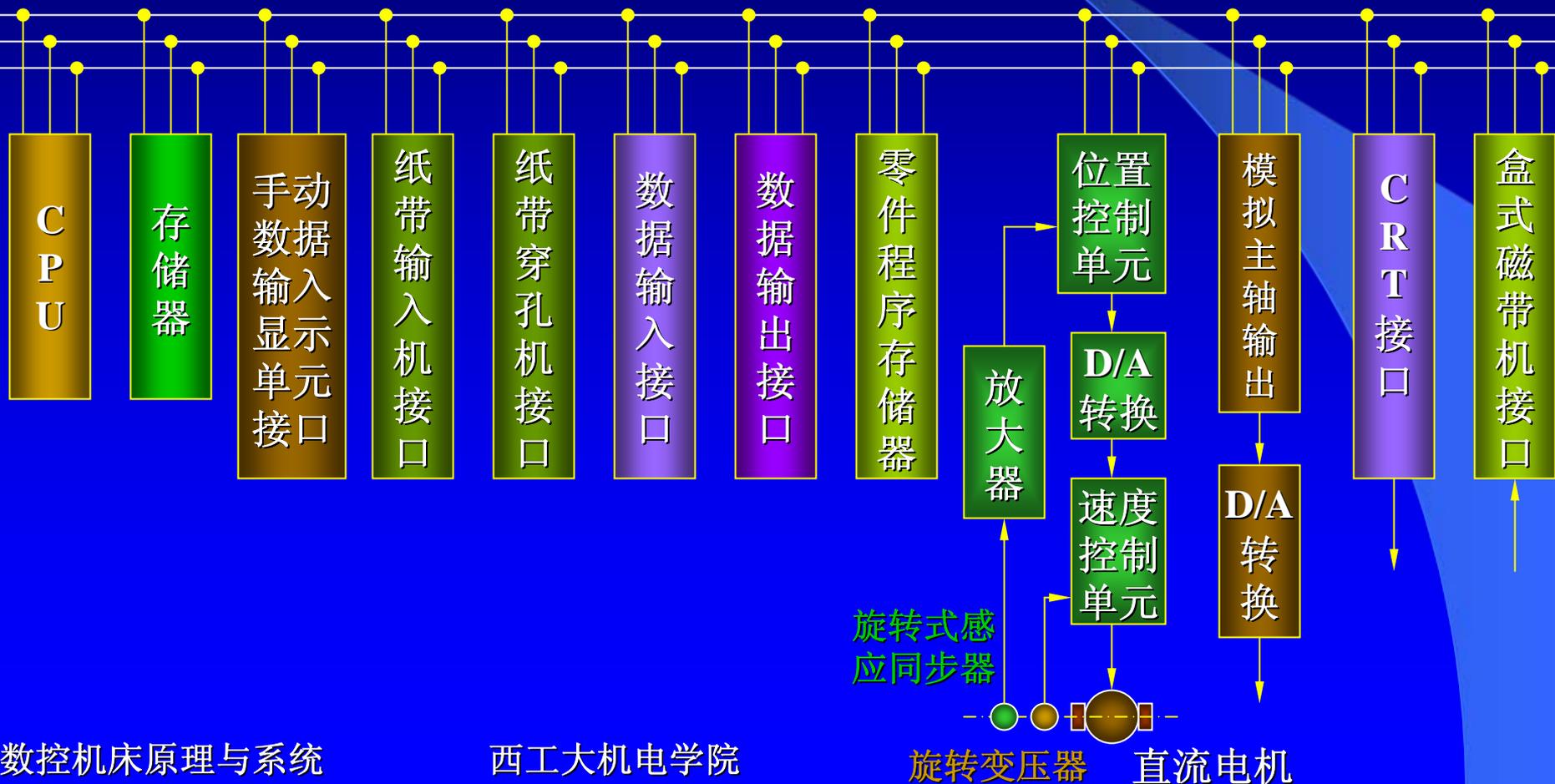
### ➤ 方框图



# § 3-1 CNC系统的结构及组成

## 一、CNC系统的定义及结构

### ➤ 系统方框图



# § 3-1 CNC系统的结构及组成

## 二、CNC系统软件

- 输入数据处理程序
- 插补运算及位置控制程序
- 速度控制程序
- 系统管理程序
- 诊断程序

# § 3-1 CNC系统的结构及组成

## 二、CNC系统软件

### 1. 输入数据处理程序

接收零件加工程序，并进行翻译、整理，按照一定的格式存放，有些数控系统还进行刀补、插补、速度控制的预计算。

实时性要求不高，输入数据处理充分些，可减轻实时控制（插补、位置控制）的负担。

- 输入：多种接口，均产生中断请求
- 译码：语法检查、加工程序存放等
- 数据处理：刀补、速度计算、辅助功能的处理等

# § 3-1 CNC系统的结构及组成

## 二、CNC系统软件

### 2. 插补运算及位置控制程序

#### ➤ 插补

根据不同的插补方法计算出下一步的进给量，并输出给位置控制系统，位置控制还需要进行误差补偿、增益调整等。

实时性要求高。可采用粗插补和精插补结合

#### ➤ 位置控制

位置控制的主要任务是在每个采样周期内，将插补计算出的理论位置与实际反馈位置相比较，用其插值去控制进给电机。还要完成位置回路增益调整、各坐标方向的螺距误差补偿和反响间隙补偿。

# § 3-1 CNC系统的结构及组成

## 二、CNC系统软件

### 3. 速度控制程序

目的是控制脉冲分配的速度，与插补计算方法有关；速度突变时，自动进行加减速控制。

#### ➤ 速度控制的常用方法

- 软件方法
- 硬件定时器

# § 3-1 CNC系统的结构及组成

## 二、CNC系统软件

### 4. 系统管理程序

对各功能程序进行调度，是整个系统协调工作。

### 5. 诊断程序

自动检查系统的故障，并指出故障发生的部位。

- 在线
- 离线

# § 3-1 CNC系统的结构及组成

## 三、计算机数控系统的特点

1. 灵活性
2. 通用性
3. 可靠性
4. 易于实现许多复杂的功能
5. 使用维修方便

# § 3-2 计算机数控系统硬件结构

## 一、CNC系统的硬件构成特点

整体式、分体式

大板式结构、模块化结构

单微处理器、多微处理器

## 二、单微处理器结构

- 一个微处理器完成所有的功能
- 采用总线结构
- 结构简单，易于实现
- 功能受限制

# § 3-2 计算机数控系统的硬件结构

## 三、多微处理器结构

### 1. 结构特点

- 性能价格比高
- 采用模块化结构具有良好的适应性和扩展性
- 可靠性高
- 硬件易于组织规模化生产

### 2. 典型结构

- 共享总线结构
- 共享存储器结构

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 一、CNC系统的软硬件组合类型

按照插补器可分为三种：

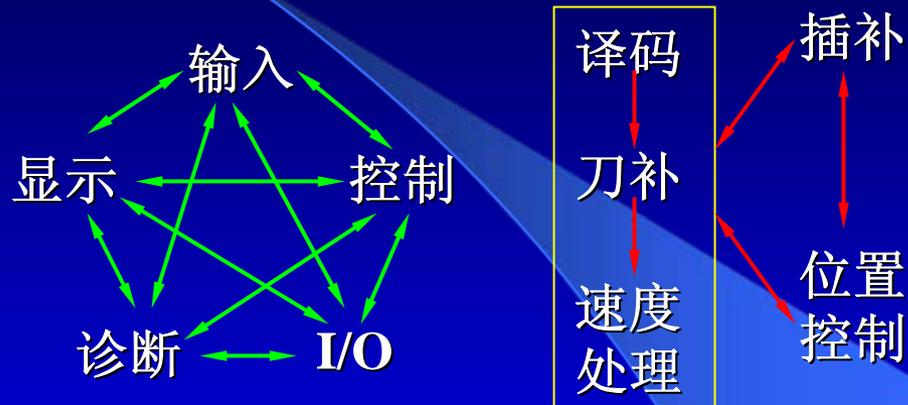
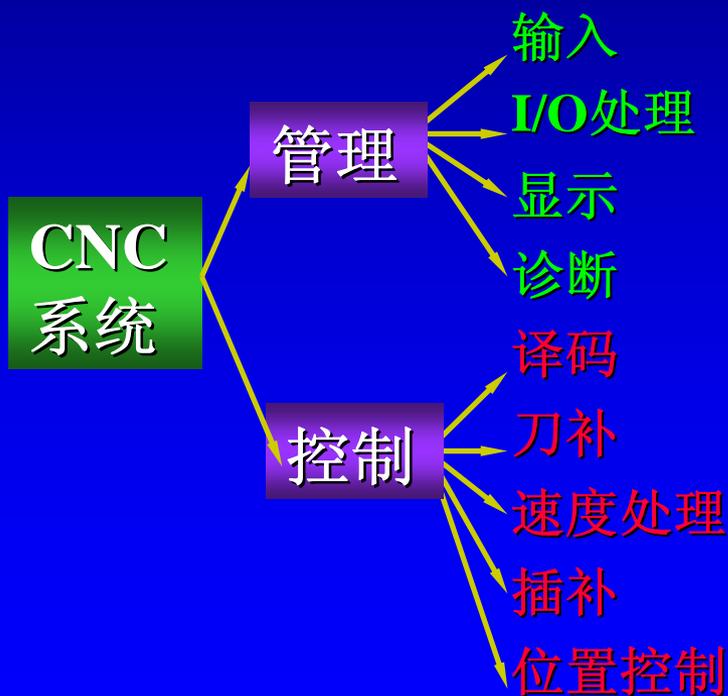
- 完全硬件插补器
- 软硬件插补器
- 完全软件插补器

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 二、CNC系统的控制软件结构特点

### 1. 多任务并行处理

● 多任务



# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 二、CNC系统的控制软件结构特点

### 1. 多任务并行处理

#### ● 并行处理

指计算机在同一时间内完成两种或两种或两种以上相同性质或性质不同的工作

多CPU、串——并转换

资源分时共享

资源重叠流水处理

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 二、CNC系统的控制软件结构特点

### 2. 实时中断处理

满足时实性和多任务的要求，中断结构决定了系统软件结构

- 外部中断
- 内部定时器中断
- 硬件故障中断
- 程序性中断

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

输入、译码、预计算、插补计算、输出、管理与诊断

### 1. 输入

- 输入设备：阅读机、磁带机、磁盘、键盘
- 输入方式：中断，有相应的中断服务程序
- 功能：奇偶校验、操作数是否超限、字地址顺序、字地址格式、信息完整性、输入设备控制、将零件程序存入零件程序存储器

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

### 2. 译码

将输入的零件程序数据翻译成数控系统所能识别的语言，有硬件译码（并行，快）和软件译码（串行、相对慢一些）。

功能是把程序段中的各数据根据前后文字地址送到相应的缓冲寄存器中。每个字符译码过程：

- 建立格式标志
- 确定存放地址
- 确定调用“数码转换次数”

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

### 3. 预计算

减轻插补程序的负担，提高系统实时性。包括：刀具长度补偿计算、刀具半径补偿计算、象限、进给方向判断、进给速度换算、机床辅助功能判断等。

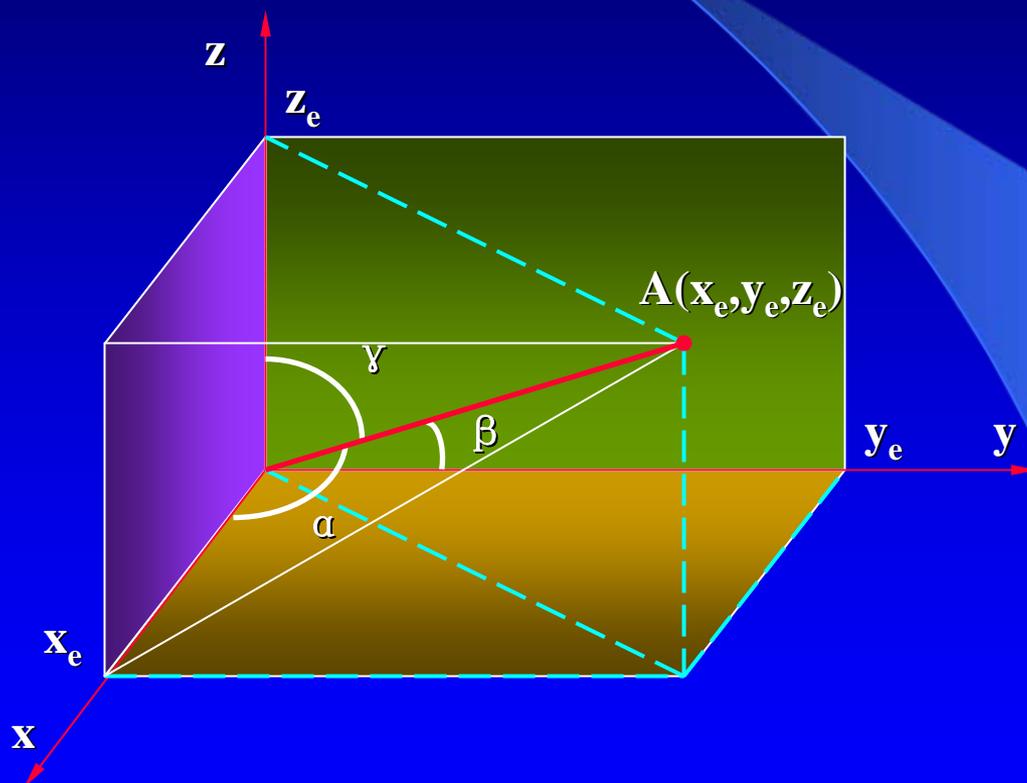
进给速度的控制方法：

- 程序延时法：占用CPU资源
- 中断法：定时器中断
- 时间分割法：闭环、半闭环  
加减速过程需要考虑

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

### 4. 插补计算（空间直线插补实例）



# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

### 4. 插补计算（空间直线插补实例）

$$\Delta L = F \frac{10 \times 8}{60 \times 1000} = \frac{F}{750}$$

$$\cos \alpha = \frac{x_e}{\sqrt{x_e^2 + y_e^2 + z_e^2}}$$

$$\cos \beta = \frac{y_e}{\sqrt{x_e^2 + y_e^2 + z_e^2}}$$

$$\cos \gamma = \frac{z_e}{\sqrt{x_e^2 + y_e^2 + z_e^2}}$$

$$\Delta x = \Delta L \cos \alpha$$

$$\Delta y = \Delta L \cos \beta$$

$$\Delta z = \Delta L \cos \gamma$$

$$x_e - \Delta x \rightarrow x_e$$

$$y_e - \Delta y \rightarrow y_e$$

$$z_e - \Delta z \rightarrow z_e$$

$$|x_e| < |\Delta x|$$

$$|y_e| < |\Delta y|$$

$$|z_e| < |\Delta z|$$

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

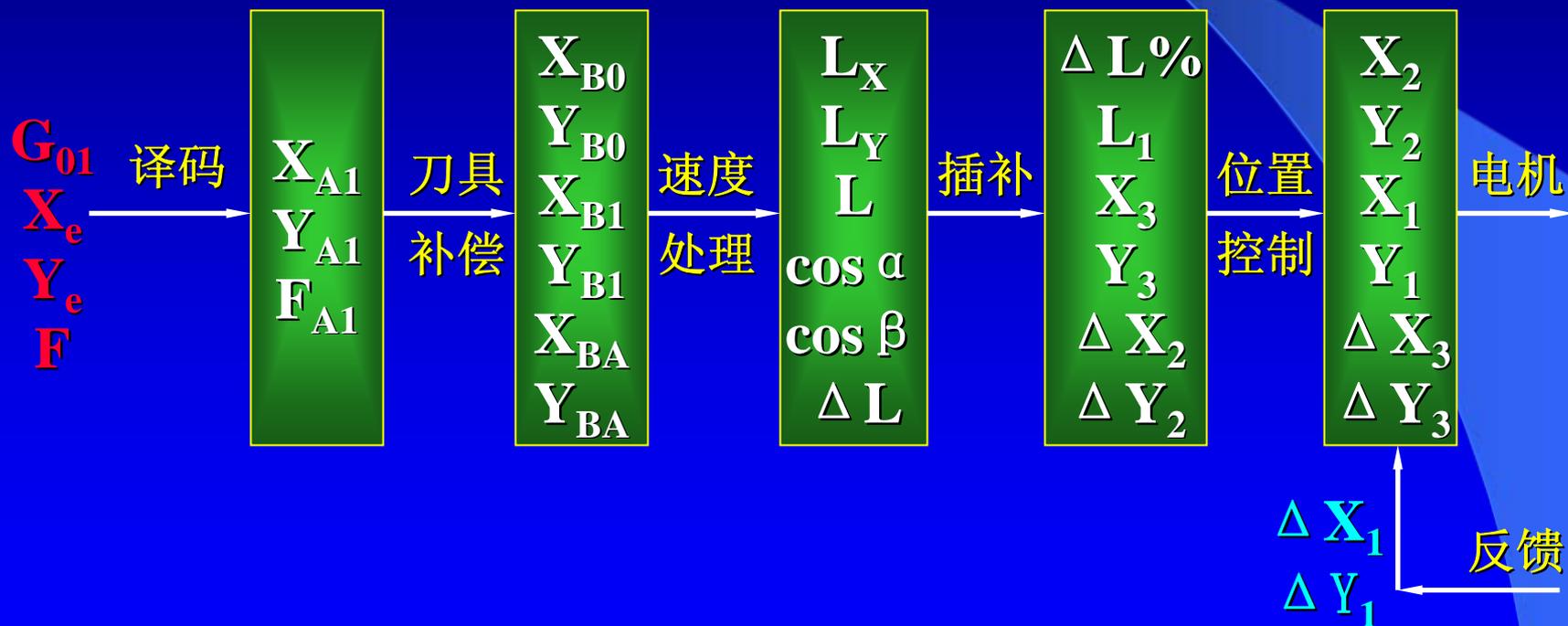
### 5. 输出

- 进行伺服控制
- 当进给方向变化时，要进行反向间隙补偿处理
- 进行丝杠螺距补偿
- 机床辅助功能输出

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

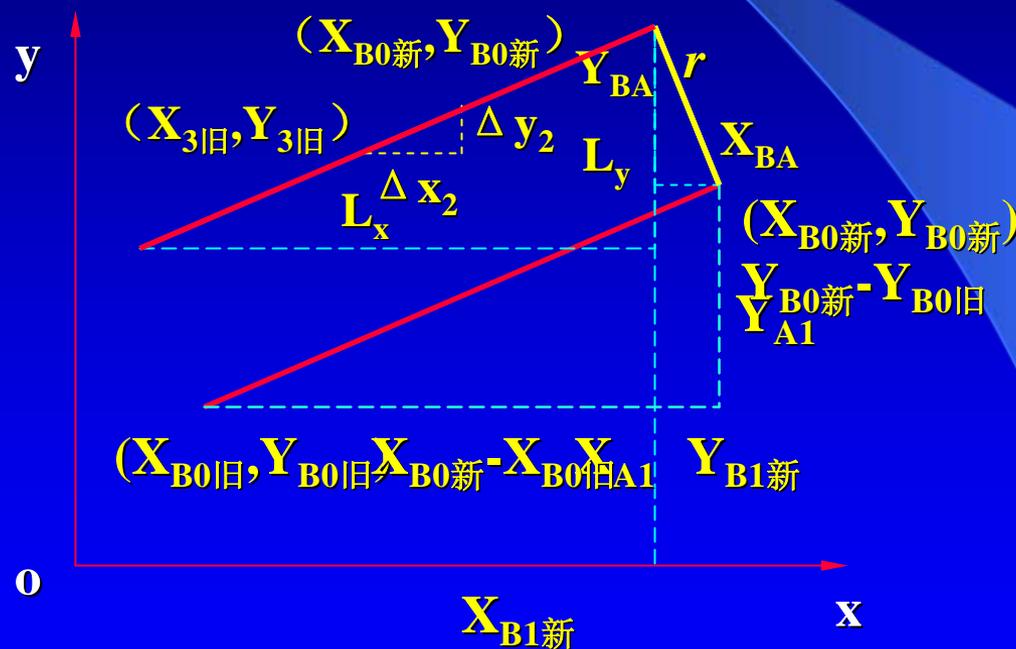
### 实例（数据转换流程）



# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

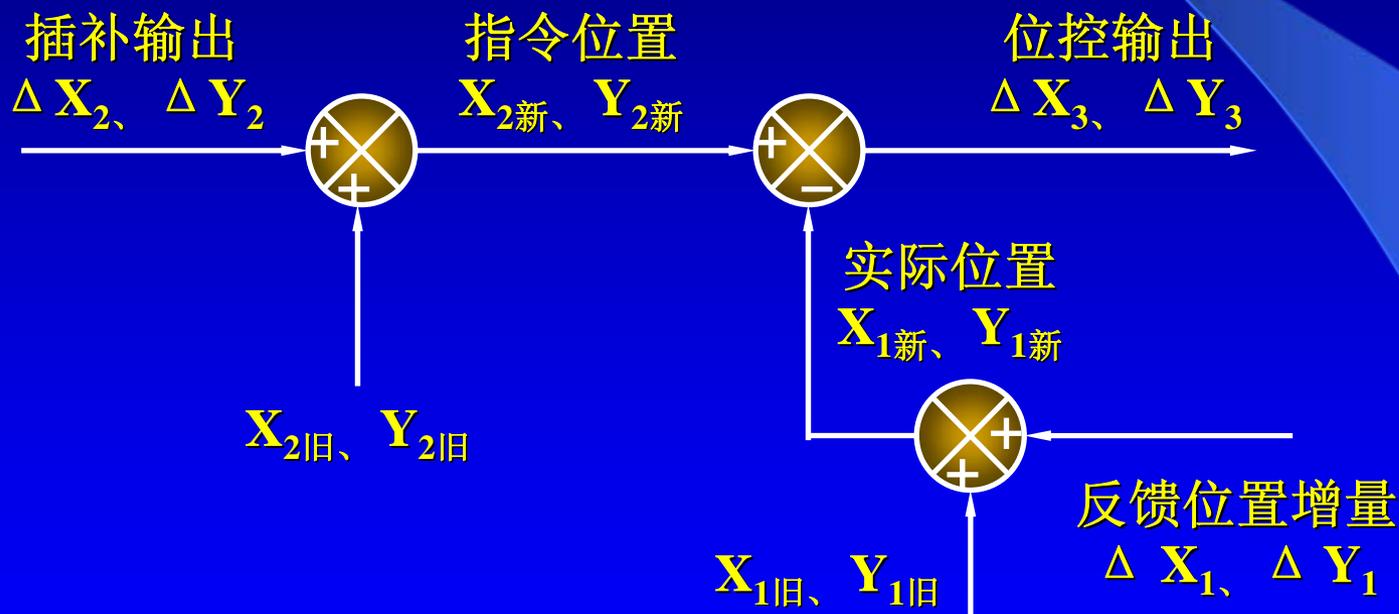
### ➤ 实例（数据转换示意）



# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

### 实例（位置控制数据转换）



# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

### 6. 管理与诊断软件

➤ **管理**：只涉及CPU管理和外设管理

单CPU数控系统常见软件结构：

- 前后台型结构
- 中断型结构

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

### 6. 管理与诊断软件

- **前后台型结构：**前台程序是一个实时中断服务程序，几乎承担了全部的实时任务（插补位控等）；后台程序是个循环程序，实现输入、译码、数据处理、管理等任务。
- **中断型结构：**除初始化外，系统软件各种任务模块分别安排在不同级别的中断程序中，其管理功能通过各级中断程序之间的相互通信来解决。

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## 三、CNC系统的控制软件及其工作过程

### 6. 管理与诊断软件

#### ➤ 诊断

##### ● 运行中诊断

用代码和检查内存

格式检查

双向传输数据检查

清单校验

##### ● 停机诊断

##### ● 通信诊断

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## ● CNC控制系统的发展趋势

### ➤ 存在问题

- 不同厂家产品不兼容
- 软硬件不能及时升级和更新
- 维护不方便

### ➤ 开放式数控系统的特点

- 硬件：关键硬件为工业PC通用标准件、运动控制卡等
- 软件：模块化

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## ● CNC控制系统的发展趋势

### ➤ 开放的含义

- 可移植性：系统的应用模块无需经过任何改变就可以用于另一平台，仍然保持原有特性。
- 可扩展性：不同应用模块可在同一平台上运行。
- 可协同性：不同应用模块能够协同工作，并以确定方式交换数据。
- 规模可变：应用模块的功能和性能以及硬件的规模可按照需要调整。

开放人机界面、开放控制系统

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## ● CNC控制系统的发展趋势

### ➤ 开放式数控系统的特征

项目	特征标志	特征内容	举例
系统平台	硬件 操作系统 中间件	具有标准总线的硬件系统 标准操作系统 标准中间件	工业微机 Vxworks、windows DCOM、COBRA
通讯方式	工厂网络 驱动网络 I/O网络	标准物理介质和通信协议	以太网和TPC/IP SERCOS接口 Profibus、DeviceVet
编程方法	NC编程 PLC编程 人机界面 CNC软件	标准NC编程语言 标准PLC编程语言 标准应用编程界面 标准应用程序界面	DIN66025, RS-274 IEC61131-3 DDE, OPC 编译、循环

# § 3-3 CNC系统软件结构及控制

## ● CNC控制系统的发展趋势

### ➤ 商品化开放式数控系统的比较

数控系统	人机界面	CNC	编程接口		通信接口	
	系统平台	系统平台	界面	CNC	局域网	I/O
<b>Fanuc 210i/210is</b>	微机 WinCE/NT	几乎完全 封闭	完全 开放	几乎 封闭	完全开放 以太网	完全开放 现场总线
<b>Siemens 840D/840Di</b>	微机 Win95/NT	几乎完全 封闭	完全 开放	完全 开放	完全开放 以太网	完全开放 现场总线
<b>Allen Bradley 9/PC</b>	微机 WinNT	几乎完全 封闭	完全 开放	部分 开放	完全开放 以太网	完全开放 现场总线
<b>ISG Open CNC</b>	微机 WinNT+RTX (Soft-CNC)		完全 开放	完全 开放	完全开放 以太网	完全开放 现场总线