



北京航空航天大学
BEIHANG UNIVERSITY

新型机器人控制器： 通用工控机+软件运动控制

负 超 教授

北京航空航天大学机器人研究所



目 录

- 1、机器人控制器的概述及发展
- 2、全新的控制方案：工业PC控制系统
- 3、工业PC控制与传统控制方式的比较
- 4、信息与自动化技术完美结合—工业PC控制技术
- 5、控制的“大脑”—软件运动控制
- 6、展望



1.1 机器人控制器的组成

- (1) 控制计算机：控制系统的调度指挥机构。一般为微型机、微处理器等，有32位、64位。
- (2) 示教盒：完成机器人的工作轨迹和参数设定，以及所有人机交互操作，与主计算机之间以串行通信方式实现信息交互。
- (3) 硬盘和软盘：储机器人工作程序的外围存储器。
- (4) 数字和模拟量输入输出：完成各种状态和控制命令的输入或输出。
- (5) 打印机接口：记录需要输出的各种信息。

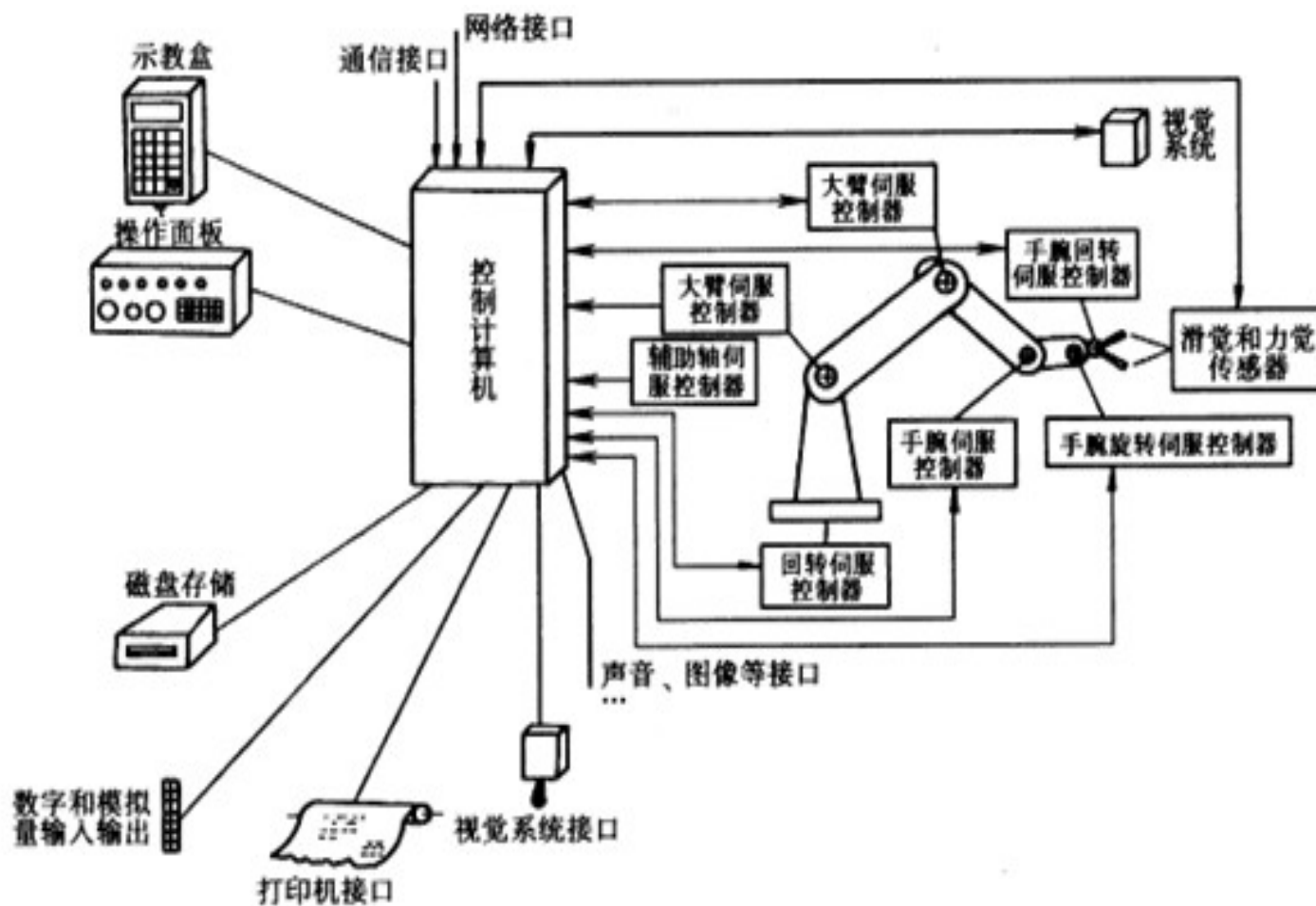


(6) 传感器接口：用于信息的自动检测，实现机器人柔顺控制，位置控制等。

(7) 运动控制器：完成机器人各关节位置、速度和加速度控制。

(8) 辅助设备控制：用于和机器人配合的辅助设备控制，如手爪变位器等。

(9) 接口：实现机器人和其他设备的信息交换，一般有串行接口、并行接口等。还有Ethernet、Fieldbus等网络接口；



机器人控制系统组成框图



1.2 机器人控制系统结构

机器人控制系统按其控制方式可分为三类：

(1) 集中控制系统：用一台计算机实现全部的控制功能，结构简单，成本低，但实时性差，难以扩展，在早期的机器人中常采用这种结构。其充分利用了PC资源开放性的特点，可以实现很好的开放性：多种控制卡，传感器设备等都可以通过标准PCI插槽或通过标准串口、并口集成到控制系统中。易于实现系统的最优控制，整体性与协调性较好，基于PC的系统硬件扩展较为方便。



但是系统控制缺乏灵活性，控制危险容易集中，一旦出现故障，其影响面广，后果严重；由于工业机器人的实时性要求很高，当系统进行大量数据计算，会降低系统实时性，系统对多任务的响应能力也会与系统的实时性相冲突；此外，系统连线复杂，会降低系统的可靠性。

(2) 主从控制系统：采用主、从两级处理器实现系统的全部控制功能。主CPU实现管理、坐标变换、轨迹生成和系统自诊断等；从CPU实现所有关节的动作控制。主从控制方式系统实时性较好，适于高精度、高速度控制，但其系统扩展性较差，维修困难。

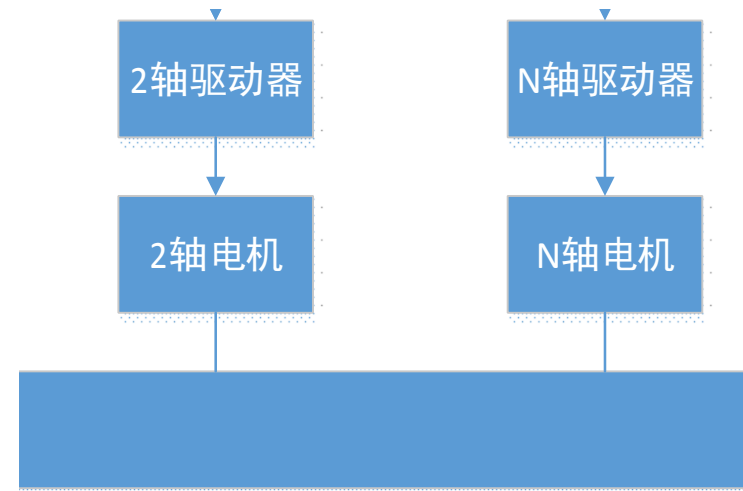


(3) 分散控制系统：按系统的性质和方式将系统控制分成几个模块，每一个模块各有不同的控制任务和控制策略，各模式之间可以是主从关系，也可以是平等关系。这种方式实时性好，易于实现高速、高精度控制，易于扩展，可实现智能控制，是目前流行的方式。其主要思想是“分散控制，集中管理”，即系统对其总体目标和任务可以进行综合协调和分配，并通过子系统的协调工作来完成控制任务，整个系统在功能、逻辑和物理等方面都是分散的，所以又称为集散控制系统或分散控制系统。



1.3 Soft型开放式运动控制器

此种控制方式提供给用户最大的灵活性,它的运动控制软件全部装在计算机中,而硬件部分仅是计算机与伺服驱动和外部I/O之间的标准化通用接口。就像计算机中可以安装各种品牌的声卡、CDROM和相应的驱动程序一样.用户可以在WINDOWS平台和其他操作系统的支持下,利用开放的运动控制内核,开发所需的控制功能,构成各种类型的高性能运动控制系统,从而提供给用户更多的选择和灵活性。其特点是开发,制造成本相对较低。能够给予系统集成商和开发商更加个性化的开发平台。具体结构形式如下图所示:





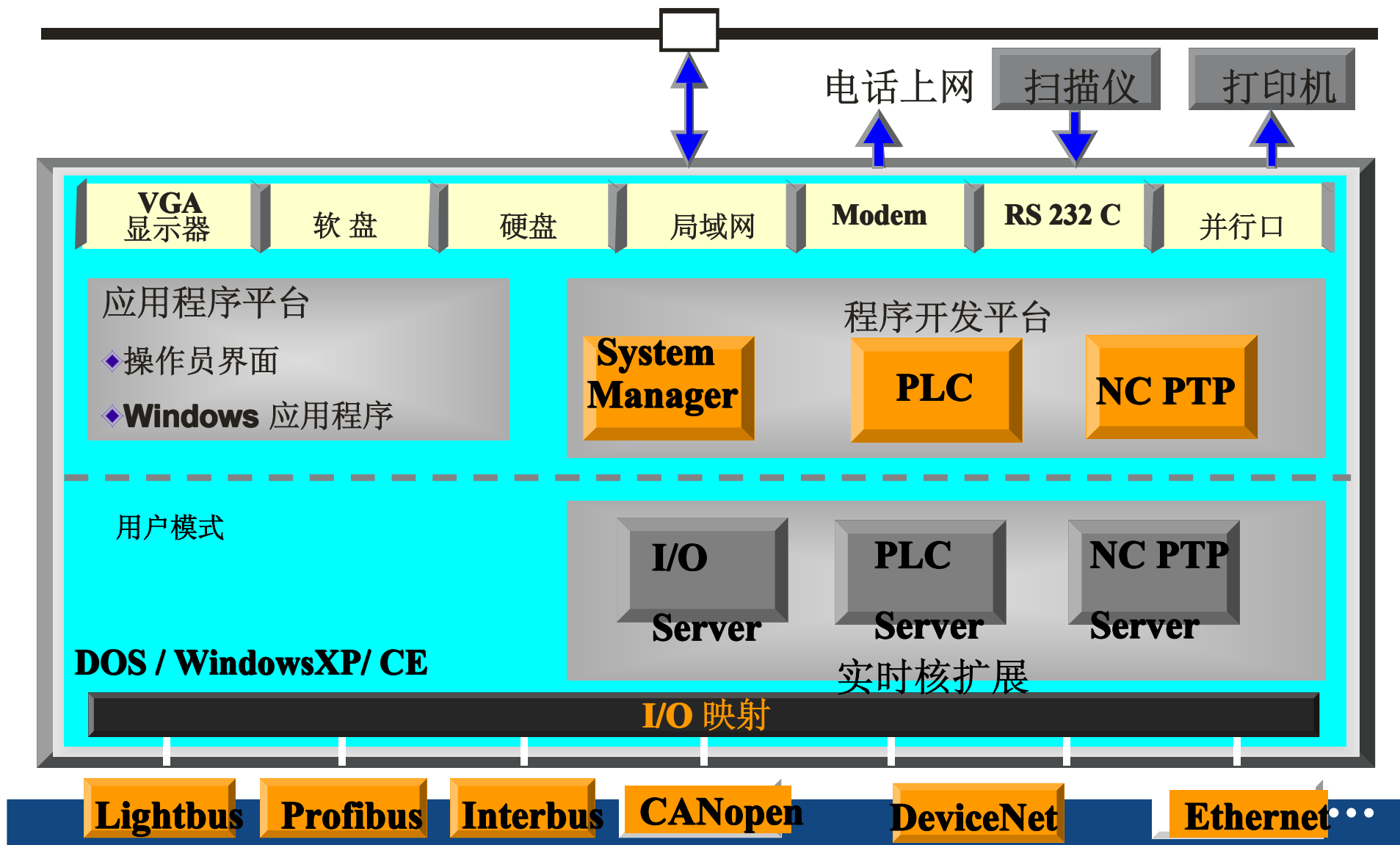
1.4 Soft型开放式运动控制器开发

软件设计任务包括 PC 端控制软件设计。PC 机控制软件包括 GUI 设计、核心控制算法设计、通信控制软件设计。

以EtherCAT开发为例，其开发一般都是采用TwinCAT 作为主站。TwinCAT 提供了强大的 EtherCAT 主站功能，包括 XML文件、EEPROM 配置文件的读取/下载，EtherCAT 从站设备的扫描查看等。使用 TwinCAT 查看 EtherCAT 从站设备的结果。由于 TwinCAT 软件是基于 Windows 风格，有着良好的人机界面，并且功能强大，非常便于从站设备的开发。



2 全新的控制系统：工业PC控制系统





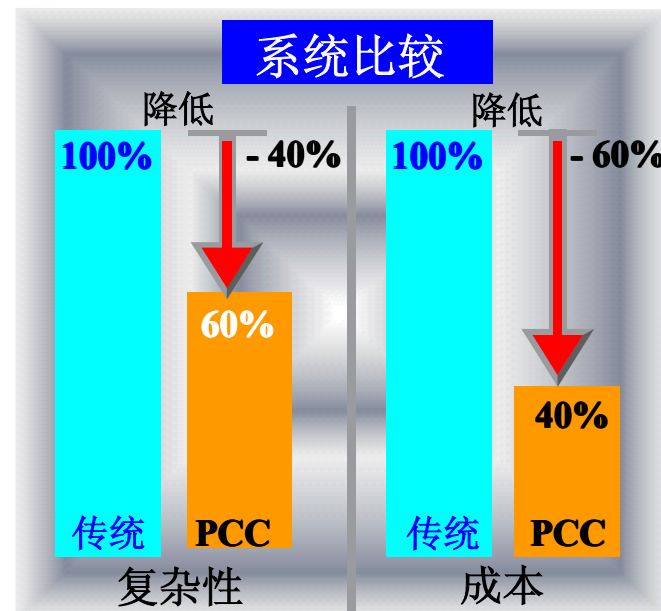
3 工业PC控制与传统控制方式的比较

■ 传统控制组成

- ◆ 硬件: 可视化 **PC, PLC, NC/CNC** 模块, 微处理器系统
- ◆ 软件: 多个操作系统, 编程语言, 编程系统
- ◆ 接口: 在硬件设备之间, 在软件系统之间, 集中式配电柜

■ PC 控制组成

- ◆ 硬件: **PC** 和现场总线, 支持所有标准
- ◆ 软件: **Windows CE** 操作系统, **PLC, NC PTP, TwinCAT,**
应用程序: **Windows** 软件产品和 **C, C++, VB, Delphi**
- ◆ 接口: 标准化软件接口, 分布式配电柜



优点:

- ◆ 成本低
- ◆ 减少了组件:
可靠性增加, 改善了互换性
- ◆ 降低复杂性:
减少工程量, 把较多的时间用于过程的优化上



3 工业PC控制与传统控制方式的比较

PC 硬件是标准化的和可互换的

→ 独立于硬件供应商

现场总线 **I/O** 通过现场总线实现标准化，因此可互换

→ 独立于硬件供应商

因特处理器系列和微软操作系统保持了连续性

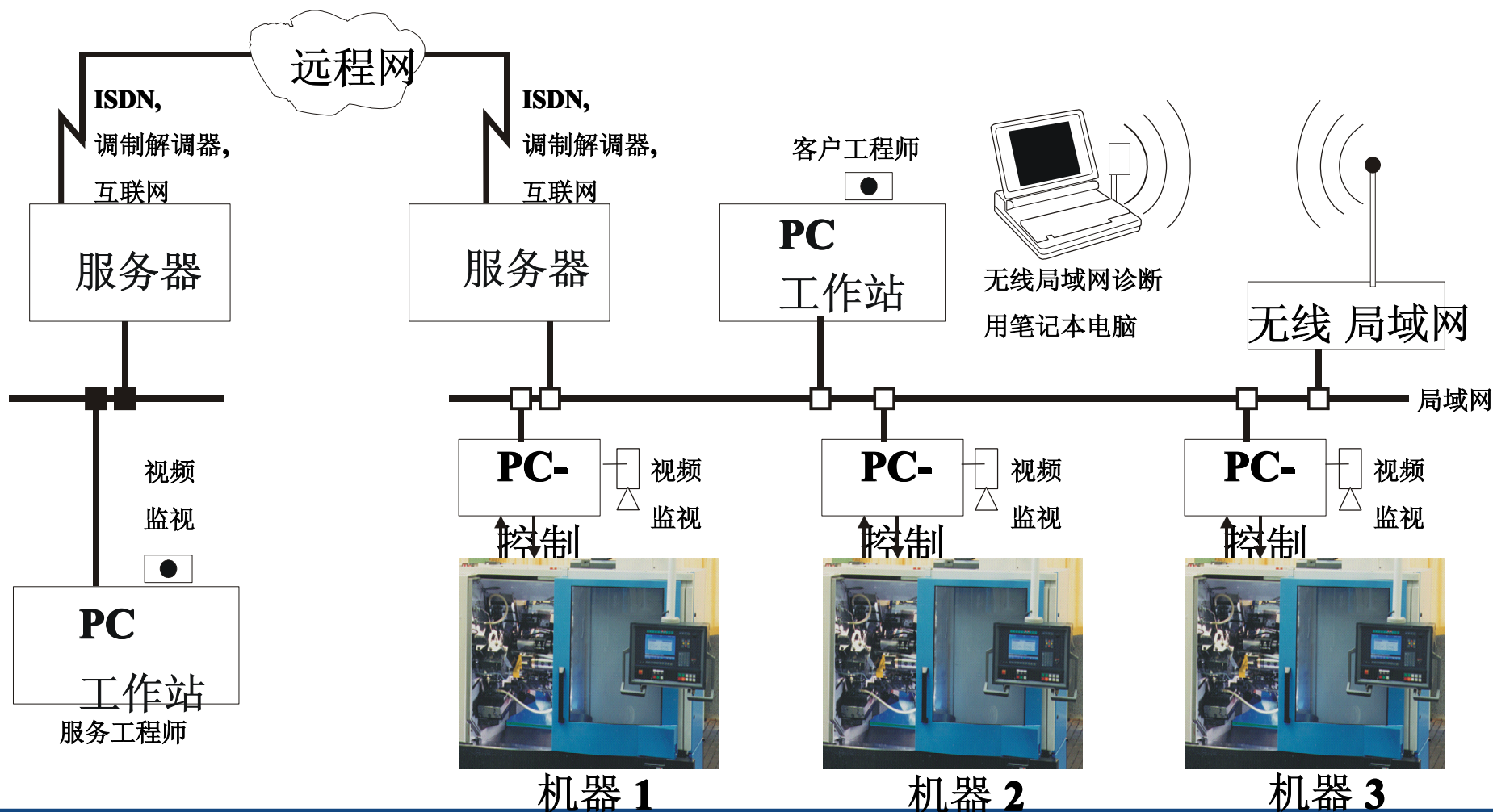
→ 对软件和专项技术的投资得到长期保护

PC 控制提供了 **PLC, NC**, 闭环控制, ... - 在标准硬件上完成项目应用

→ 某一厂家的所有设备采用同一个标准的硬件平台



4 信息技术与自动化技术完美结合—— 工业PC控制技术





4 信息技术与自动化技术完美结合—— 工业PC控制技术

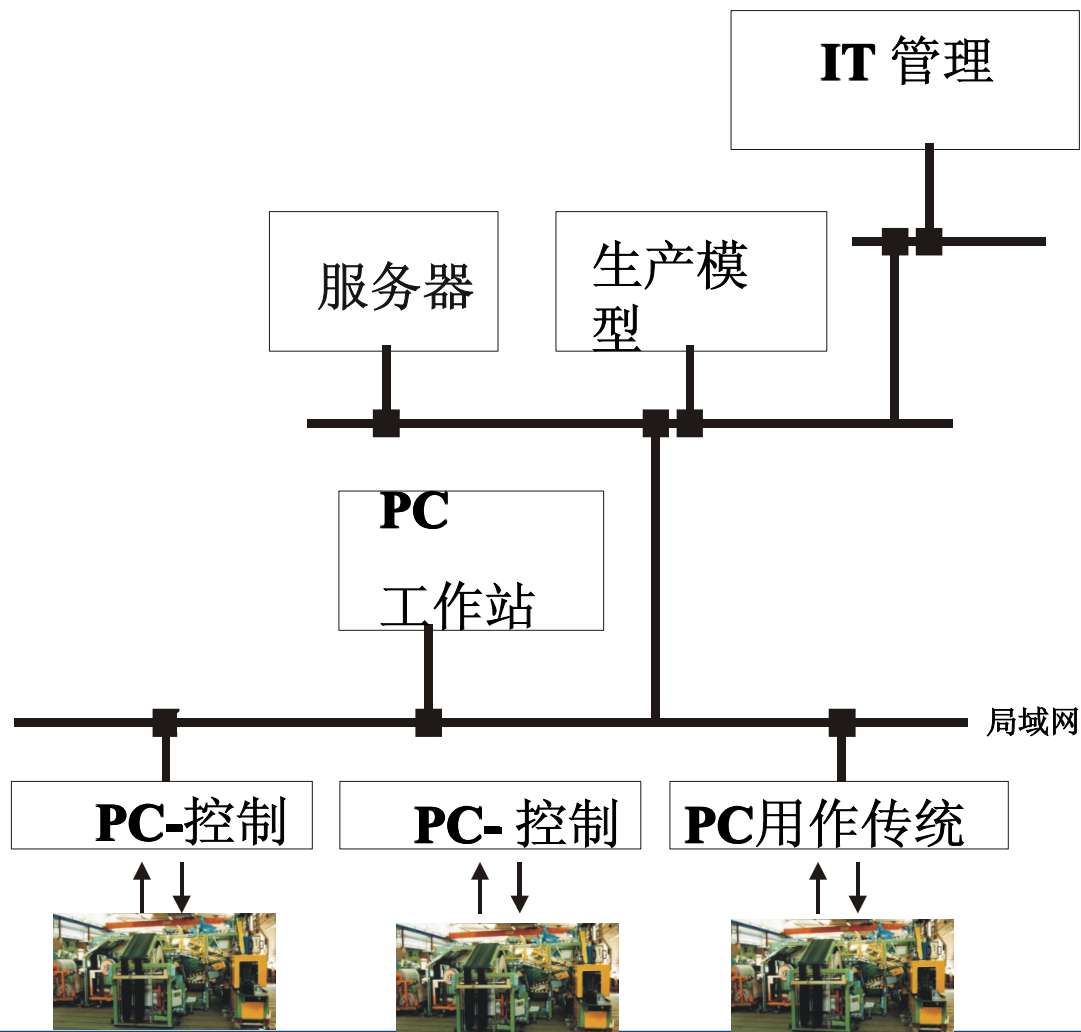
IT 系统

- ◆ 管理层
- ◆ 过程管理
- ◆ 过程监视
- ◆ 过程控制

■ 主控系统:

基于**Win CE**的 **PC** 控制

- ◆ **PC** 技术
- ◆ **I/O**: 开放的现场总线





5 控制的“大脑”——软件运动控制

实现PC控制，必须在此平台上开发一个自动控制软件包，包含工程和运行时软件，针对于：顺序控制；运动控制；技术功能。

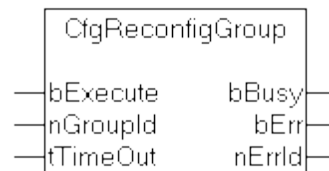
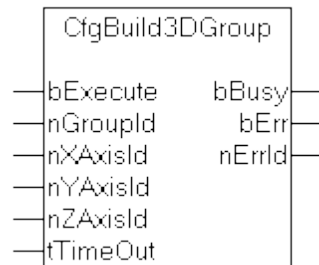
其特点：

- 1、不改变 Windows；
- 2、无需专业硬件；
- 3、将标准 Windows 变成实时操作系统；
- 4、可通过 DLL、.Net 完全访问 Windows 用户界面；
- 5、通过 TCP/IP 远程访问



5.1 软件控制实现运动控制

- ◆ 将直线圆弧或者**PTP**方式实现算法编制成库文件，供程序调用；
- ◆ **PLC** 可通过功能库轻松使用这些功能



Name	Ist-Pos.	Soll-Pos.	Schleppab.	Soll-Geschw.	Fehler
Axis 1	75.6759	75.6759	0.0000	58.9320	0x0
Axis 2	75.7938	75.7938	0.0000	58.9320	0x0
Axis 3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0x0

Programmanzeige SAF:
N10 G0 x0 y0 z0
N20 G1 x100 y100 z0 F5000

Programmanzeige Interpreter:
N30 (MFunc with handshake, eg start spindle)
N40 (M40) G1 X100 Y200 (M40 witch handshake before move)
N50 G1 X200

Programm-Name: |demo.nc|
Interpreter Status: |WRITETABLE (?)| Ladepuffer (Byte): |65536|
Kanal Status: |0 (0x0)|

The screenshot shows the SIMATIC Manager software interface. The left pane displays a hierarchical tree of configurations. The 'GO Kanal 2 Interpreter' block is highlighted in blue. The right pane shows the status of the selected block, including the program name 'demo.nc', interpreter status 'WRITETABLE (?)', and channel status '0 (0x0)'. The top pane shows the current program code for the SAF and Interpreter tasks.



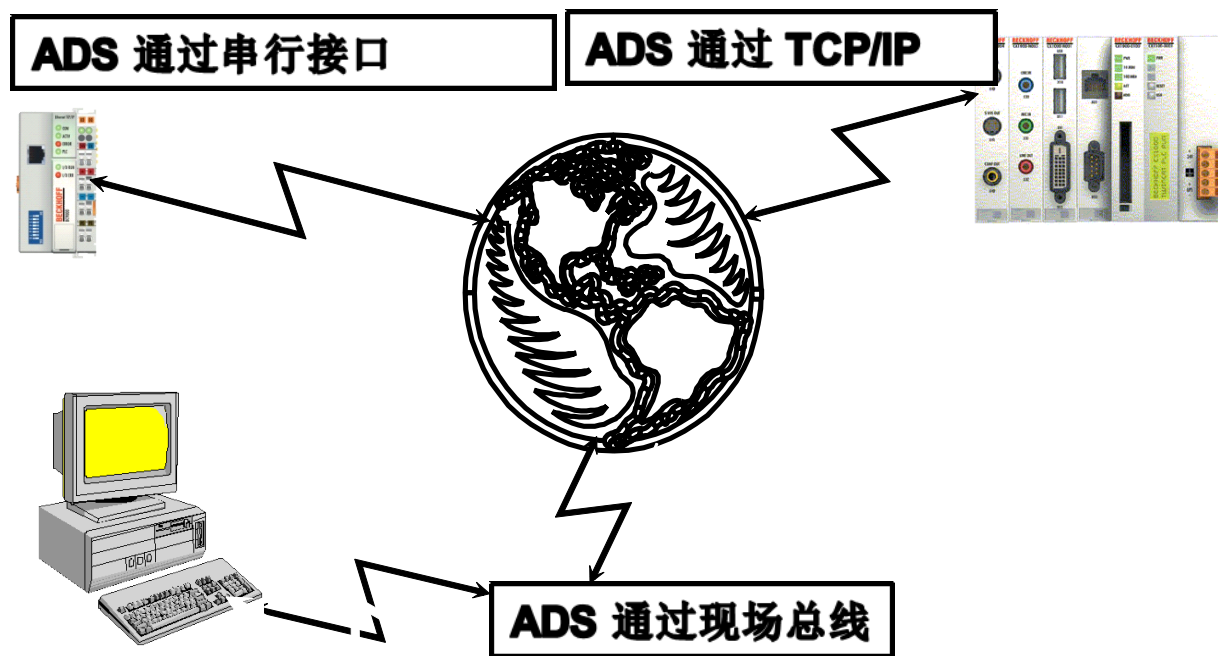
5.2 软件的联通性

易于使用通讯标准:

ADS (自动化设备规范)

通过标准的 **Windows** 机制访问 **ADS**:

ActiveX 控制、DLL、.Net





6 展望

随着PC机技术的迅速发展,PC机功能将越来越完备,软硬件系统将越来越强大,人机界面将越来越智能化,应用成本将越来越低;但是在工业应用领域中,如何提高系统的实时应用一直都是此类控制方式的研发关键之一。因此,相对廉价的高性能PC机应该在工业实时应用领域中占有一席之地。

可以预见,下一代的开发式运动控制系统必将以功能模块化、接口标准化的趋势发展。