



机械工业出版社

# 第十三章 (上)

# 多媒体课件

2009-5-1 更新

2022-11-9



机械工业出版社  
China Machine Press

# 第十三章 传感器在现代 检测系统中的应用



我们已经学过了十几种传感器的工作原理和特性参数，并了解了它们的一些实际应用。但是在现代工业中，往往不是单独地使用一种传感器，而是综合应用各种传感器来组成现场检测仪表。

在这一章里，卡卡要给大家简单介绍一下现代检测系统的结构和涉及到的硬件，还要给大家讲几个典型的应用实例，例如传感器在温度、压力、流量测量中的应用，以及传感器在现代家电、现代汽车、数控机床、机器人和智能楼宇中的应用。

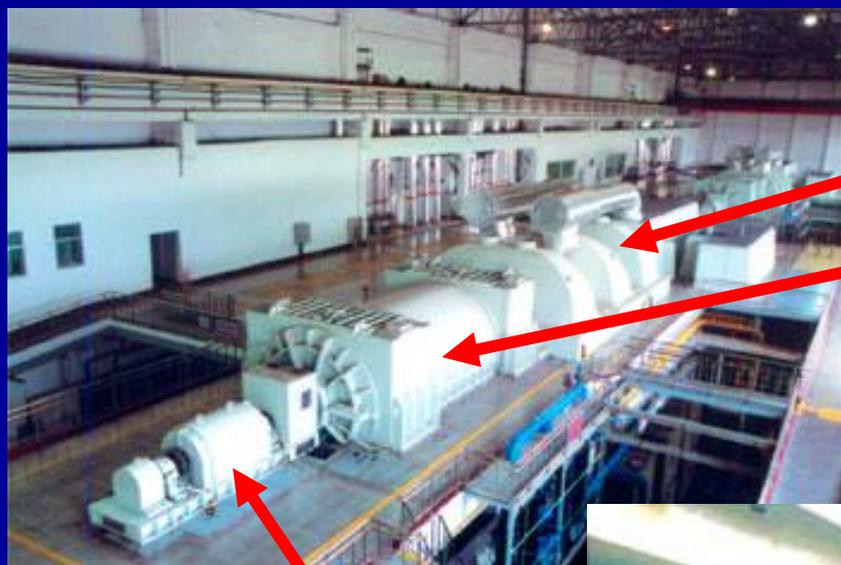


# 传感器在控制系统中的综合应用举例

一个现代化火力发电厂需要多台计算机联网，来快速地测量锅炉、汽轮机、发电机上许多重要部位的温度、压力、流量、液位、燃烧状况、转速、振动、位移、应力等热工、机械参数，还必须测量发电机的电压、电流、功率、功率因数以及各种辅机的运行状态，然后进行综合处理，将各被监测的重要参数进行数字或模拟显示，自动调整运行工况，对某些超限参数进行声光报警或采取紧急措施。在上述这个系统中，需要数百个不同的传感器将各种机械、热工量转换成电量，供计算机采样和运算。

# 现代化火力发电厂及其控制系统

## 火力发电厂机组



汽轮机

发电机

励磁机



# 第一节 现代检测系统的基本结构

一、现代检测系统可分为三种基本结构体系：

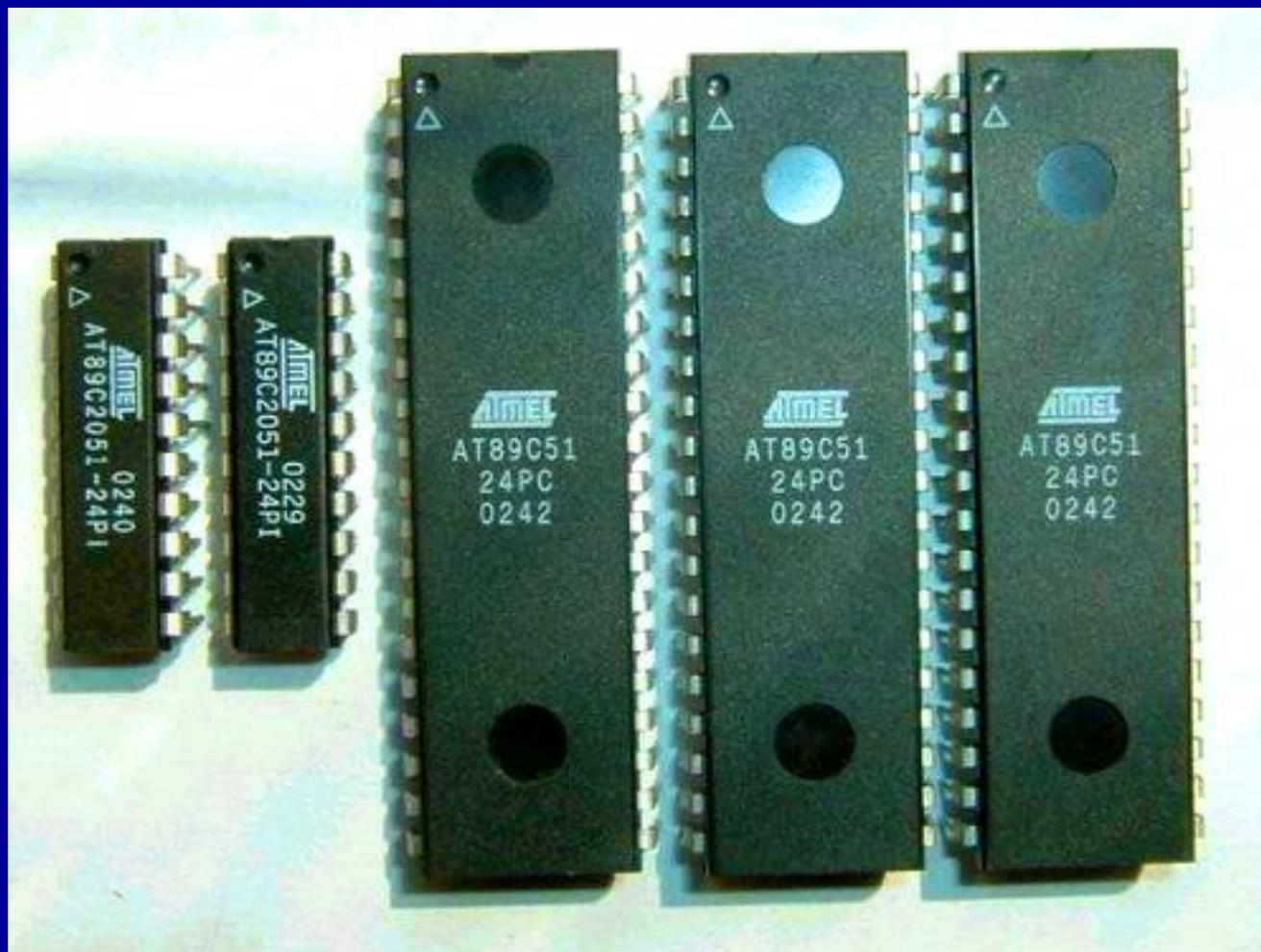
1. 智能仪器
2. 个人仪器
3. 自动测试系统

**1. 智能仪器：**将诸如微处理器、存储器、接口等芯片与传感器融合在一起，可组成智能仪器。它有**专用的小键盘、开关、按键及显示屏**等，**多使用汇编语言**，体积小，专用性强。



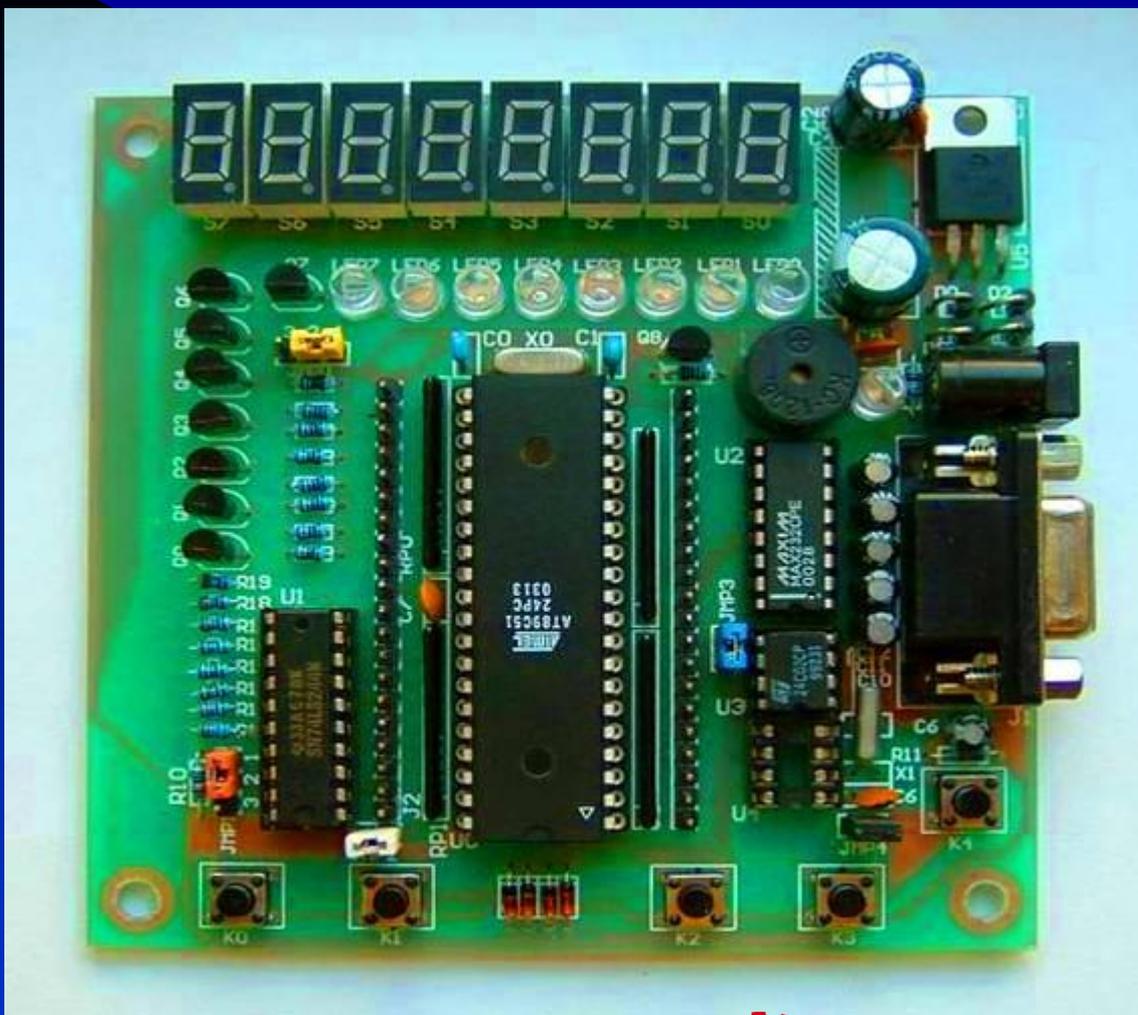
机械工业出版社  
China Machine Press

# 智能仪器的芯片及模块



51系列单片机芯片

# 51系列单片机数据采集模块



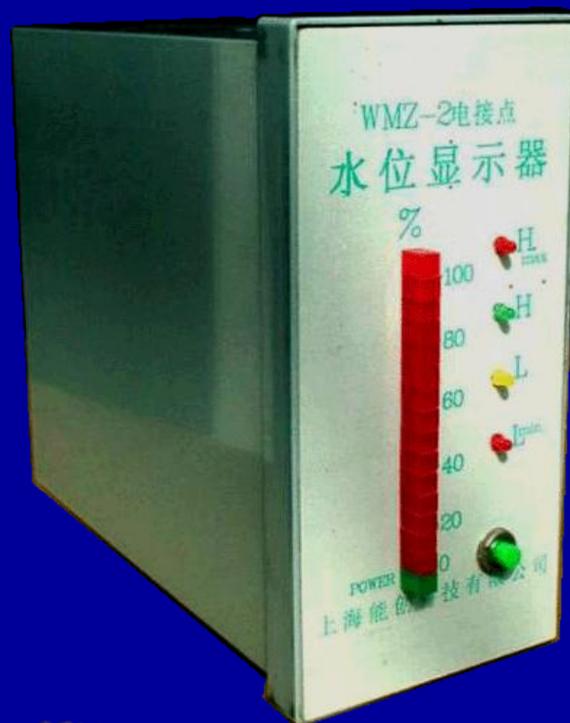
机械工业出版社  
China Machine Press

# 各种智能仪器

最低  
温度



最高  
温度



手持式频谱仪和  
示波器

## 2. 个人仪器



个人仪器又称**个人计算机仪器系统**。它是**以个人计算机（必须符合工控要求）配以适当的硬件电路与传感器组合而成的检测系统**。

组装个人仪器时，**将传感器信号传送到相应的接口板（或接口盒）中，再将接口板插到工控机总线扩展槽中或将接口盒的USB插头插入计算机相应的插座上，编写相应的软件就可以完成自动检测功能**。



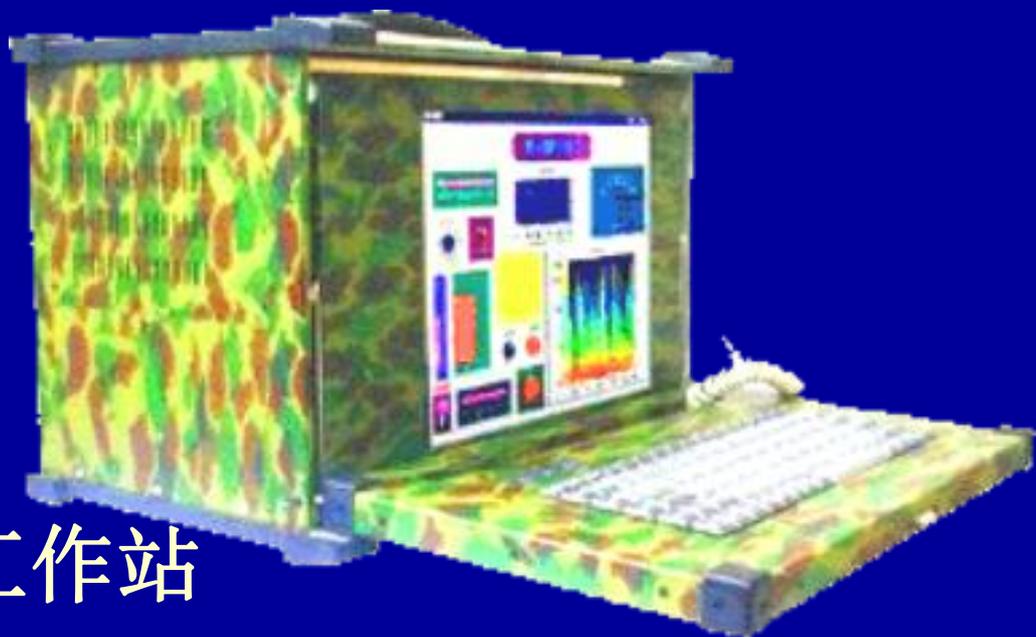
## 小知识

工控机也称工业电脑，是专门为工业现场而设计的计算机。防振、防潮、防尘能力均较强，它的电源系统有很高的抗电磁场干扰能力，所以适于现场条件较恶劣的场合使用。使用者不必去研制微机电路，而是将精力放在配置合乎要求的硬件接口和软件开发上。在硬件方面，目前已有许多厂商生产出可以与各种传感器配套的接口板；在软件方面，也有许多成熟的工控软件出售。

# 一体化工作站



# 平板式工作站 (带触摸屏)



# 军用便携式工作站

# 一体化工作站 (续)



2022-11-9



机械工业出版社  
China Machine Press

12

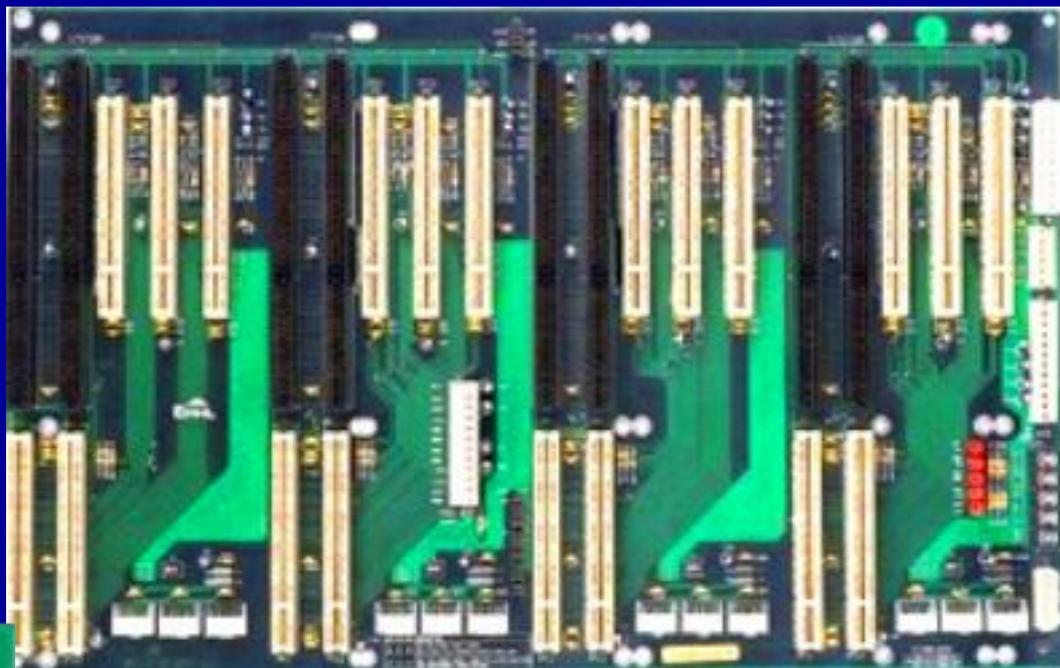
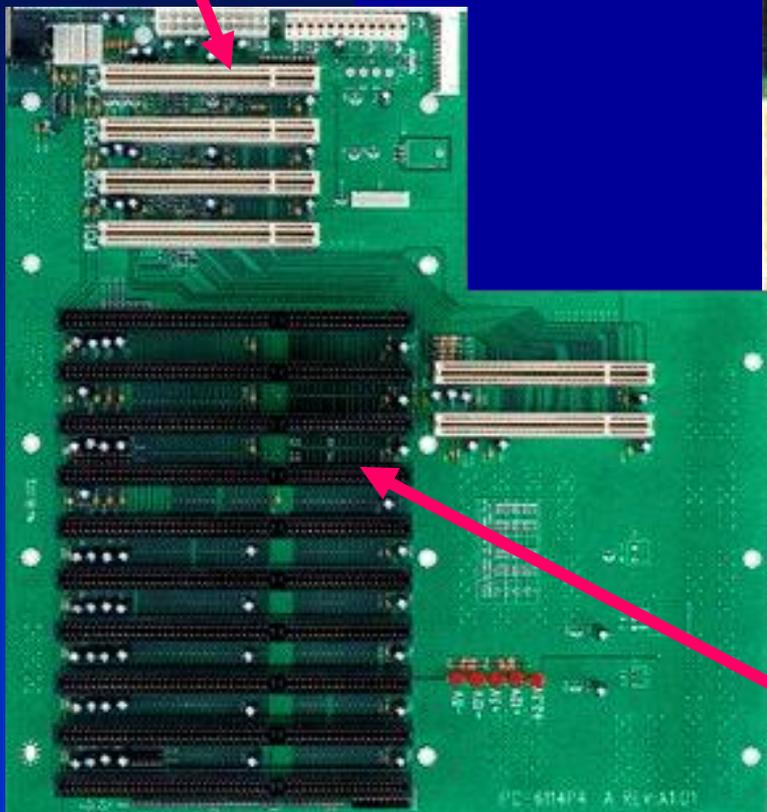
# 工业计算机（工控机）机箱



工控机的抗电磁干扰能力、防振、防潮、防尘能力均较强，有较多的扩展槽，它的电源系统有较好的抗电磁干扰能力。虽然工控机的价格比个人电脑贵，但可靠性强得多，性能价格比高，适合在工业现场条件较恶劣的场合使用。

# 工业级底板 (参考研祥智能科技有限公司资料)

PCI扩展槽



底板上的扩展槽用于插接各种**数据采集卡**

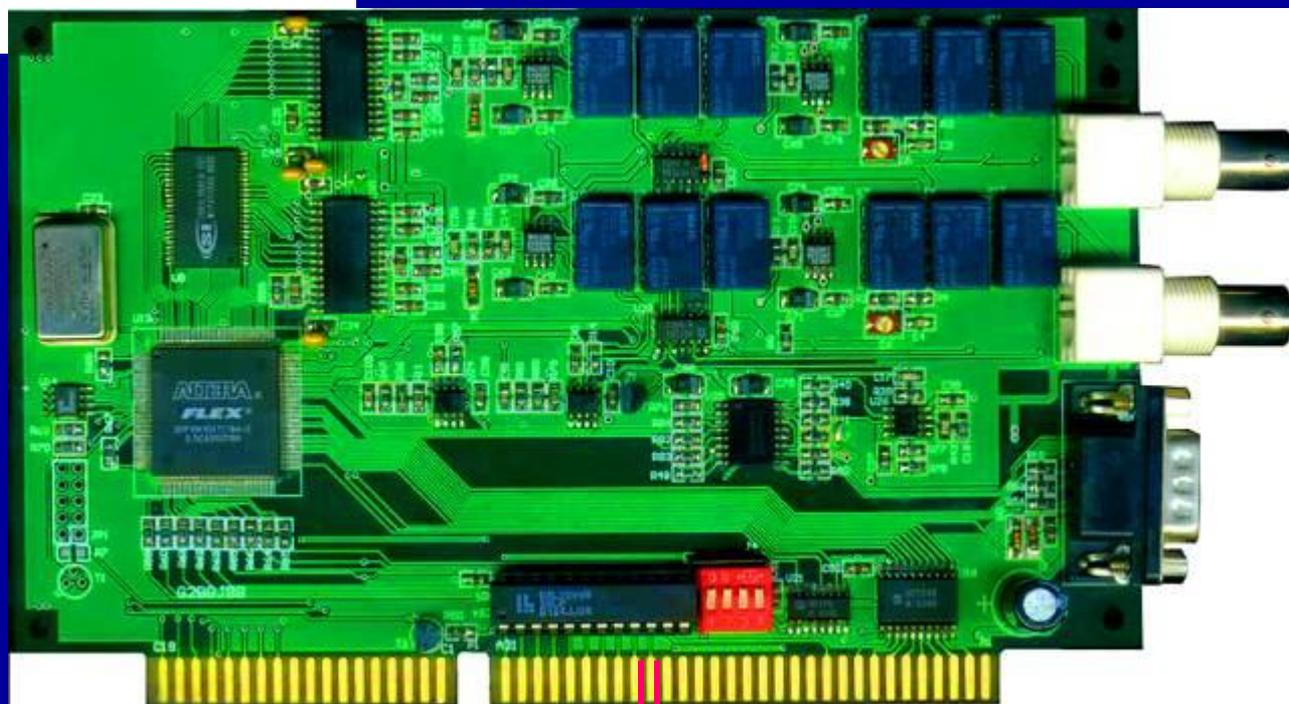
ISA扩展槽



机械工业出版社  
China Machine Press

# 各种数据采集卡

## ISA数据采集卡



ISA数据采集卡的插脚间隔为**2.54mm**（0.1英寸）



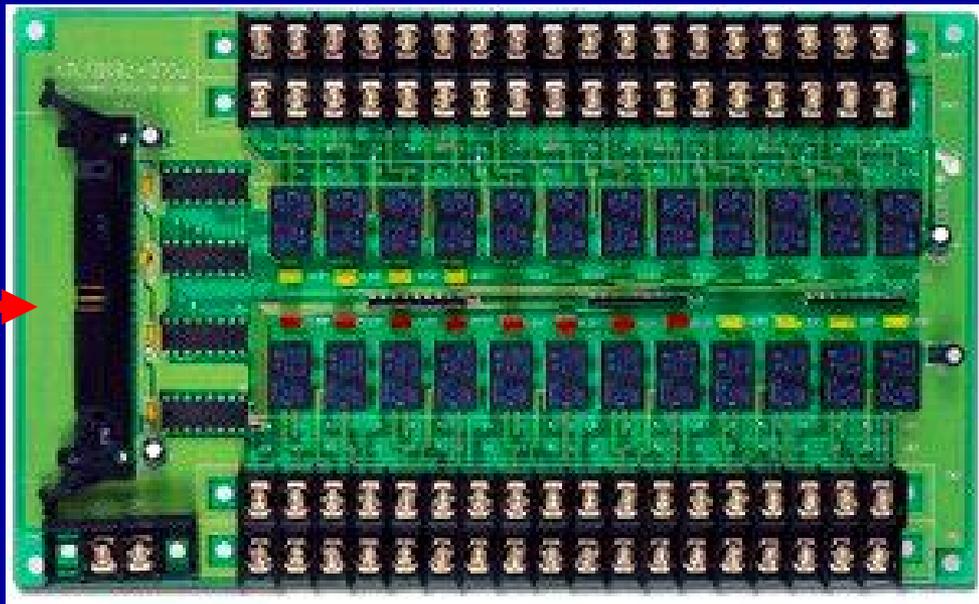
## 各种数据 采集卡（续）

PCI数据采集  
传输卡

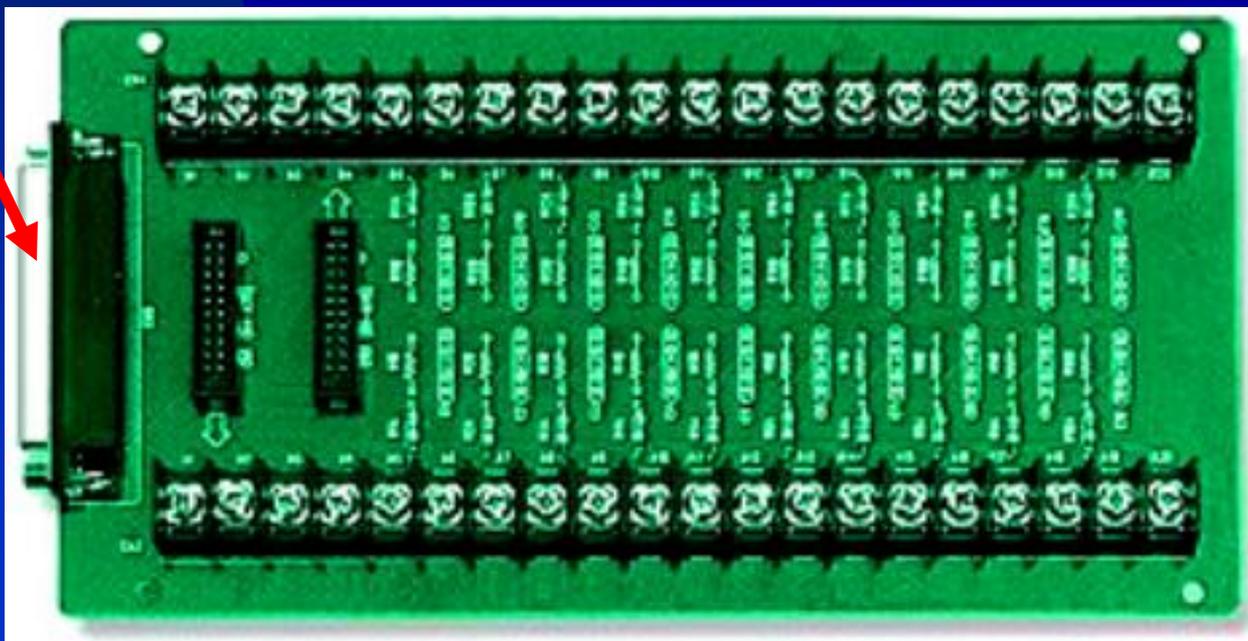


# 其他端子扩展板

34芯排线插座



37芯排线插座



# USB 数据采集系统卡 (盒)



数据  
接线端子

USB数据采集电缆

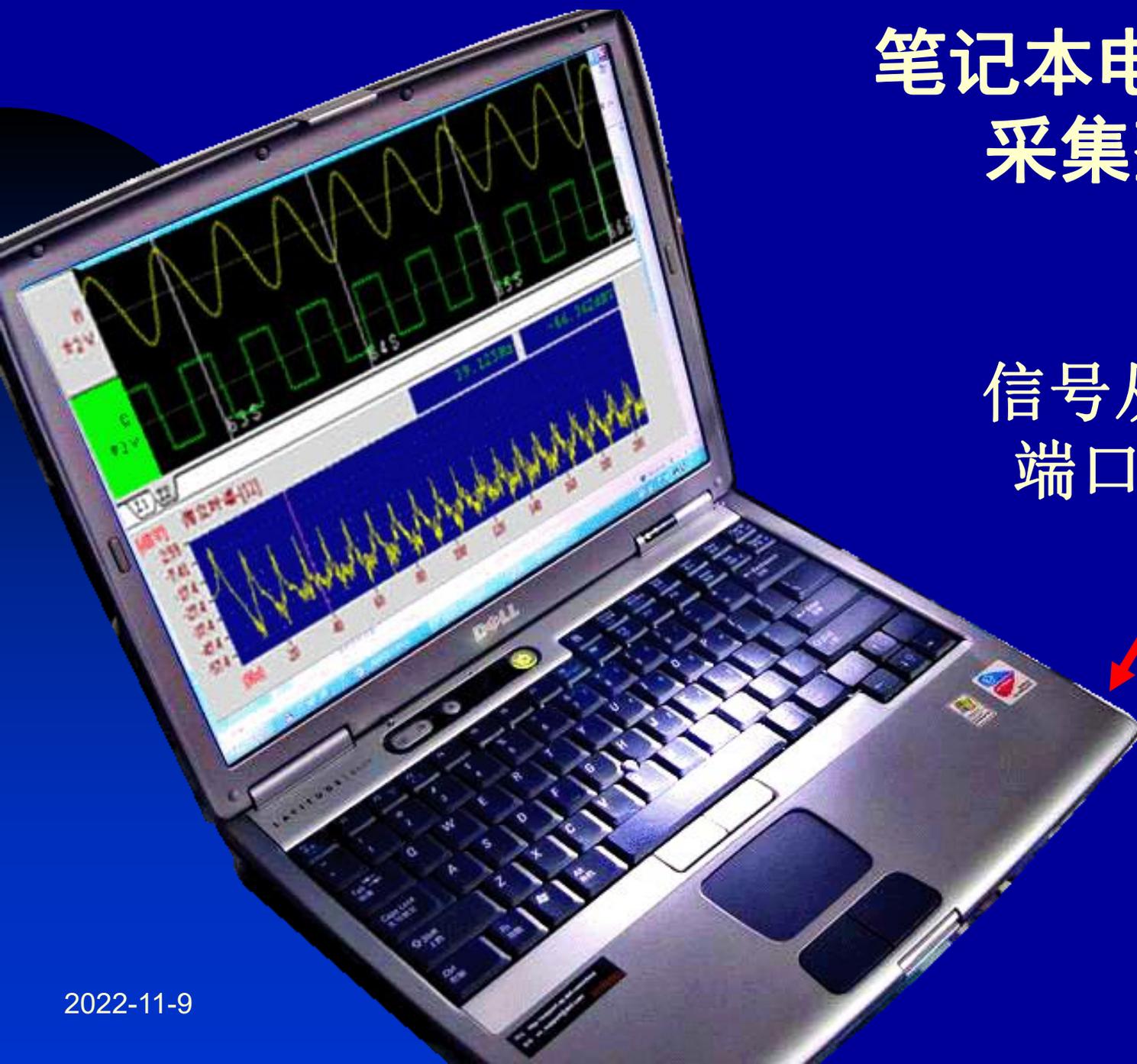


# 数据采集便携式工控整机



# 笔记本电脑数据 采集整机

信号从USB  
端口输入



# 笔记本电脑数据采集



USB接口盒  
及信号电缆

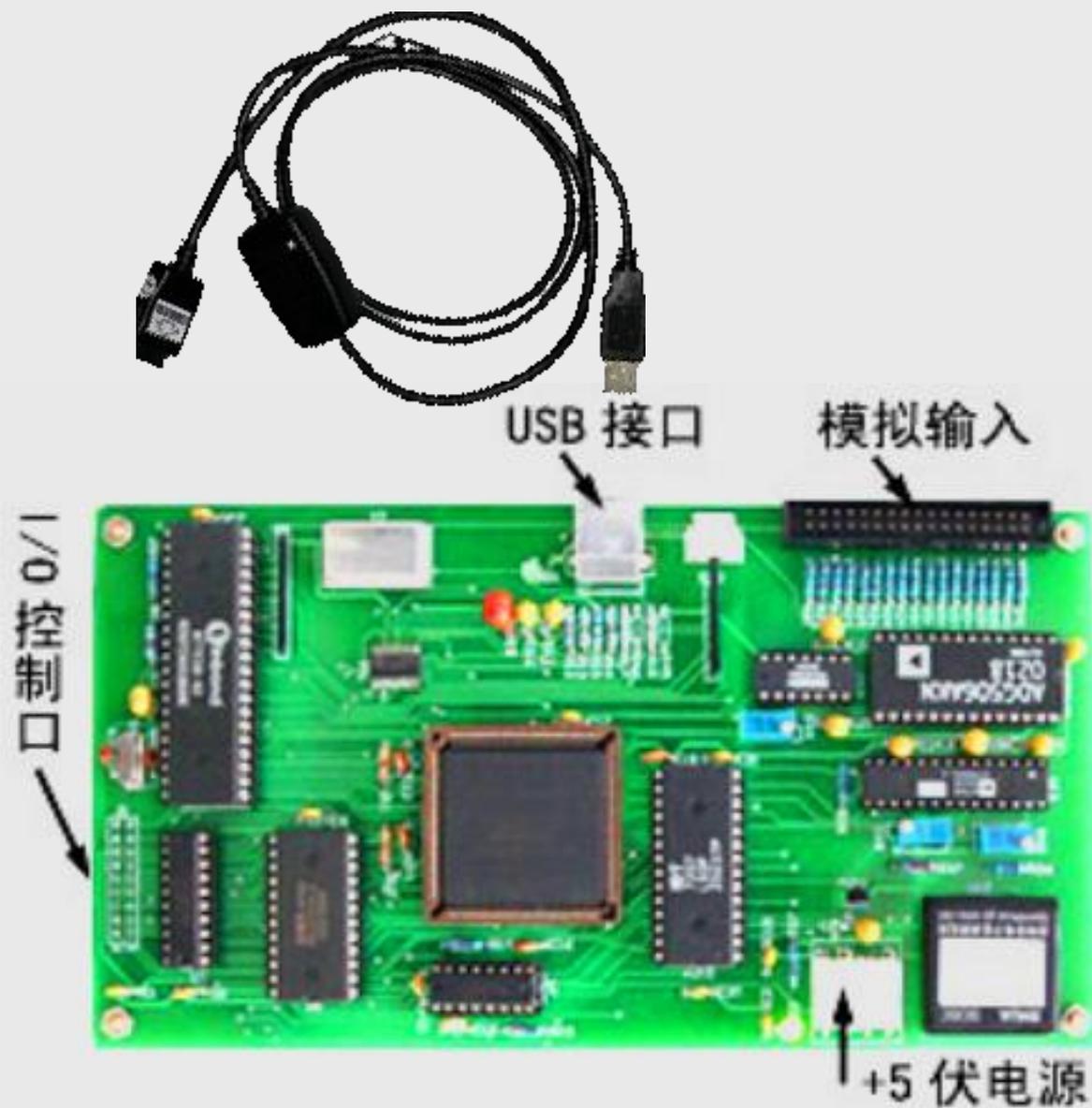


信号输入



利用USB扩展分线器可  
配接多个接口盒

# USB接口卡及USB电缆

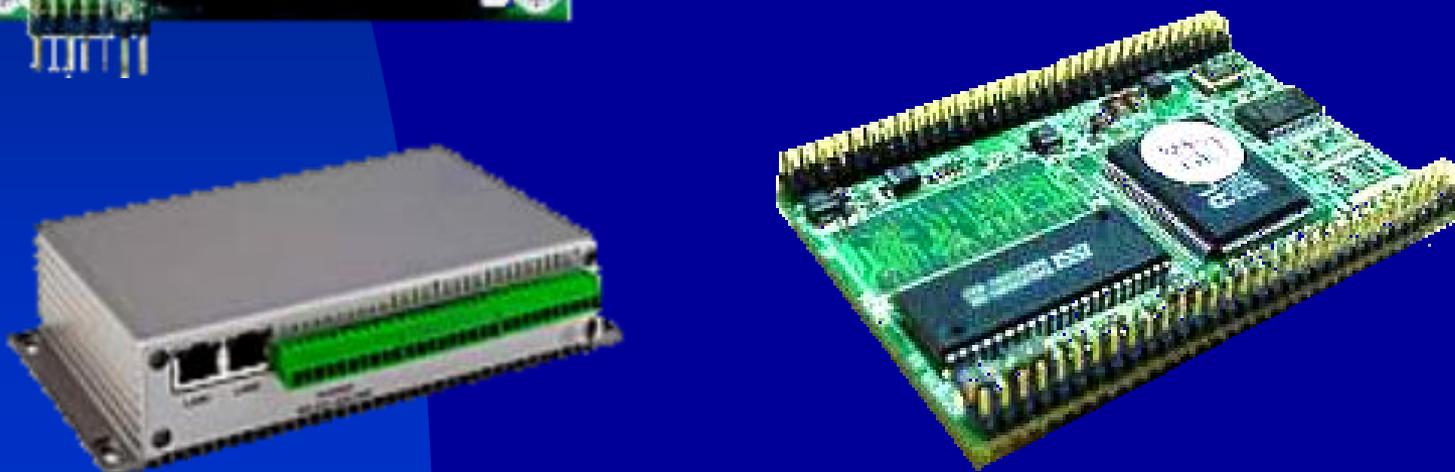


# 嵌入式计算机数据采集系统

传感器信号采集卡可多层叠合，插入到嵌入式计算机的总线接口中，就可以构成数据采集系统。



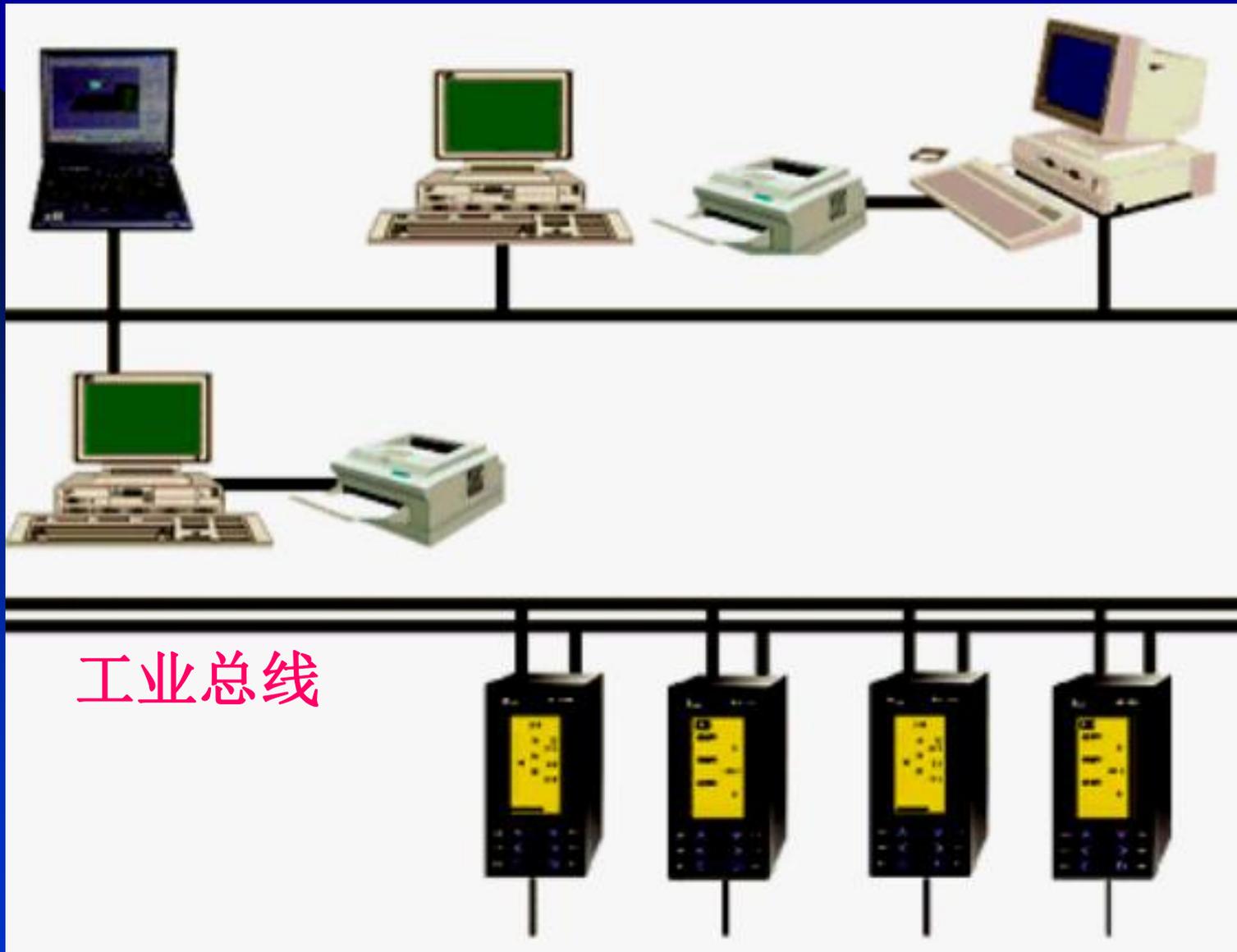
# 各种嵌入式计算机数据采集卡



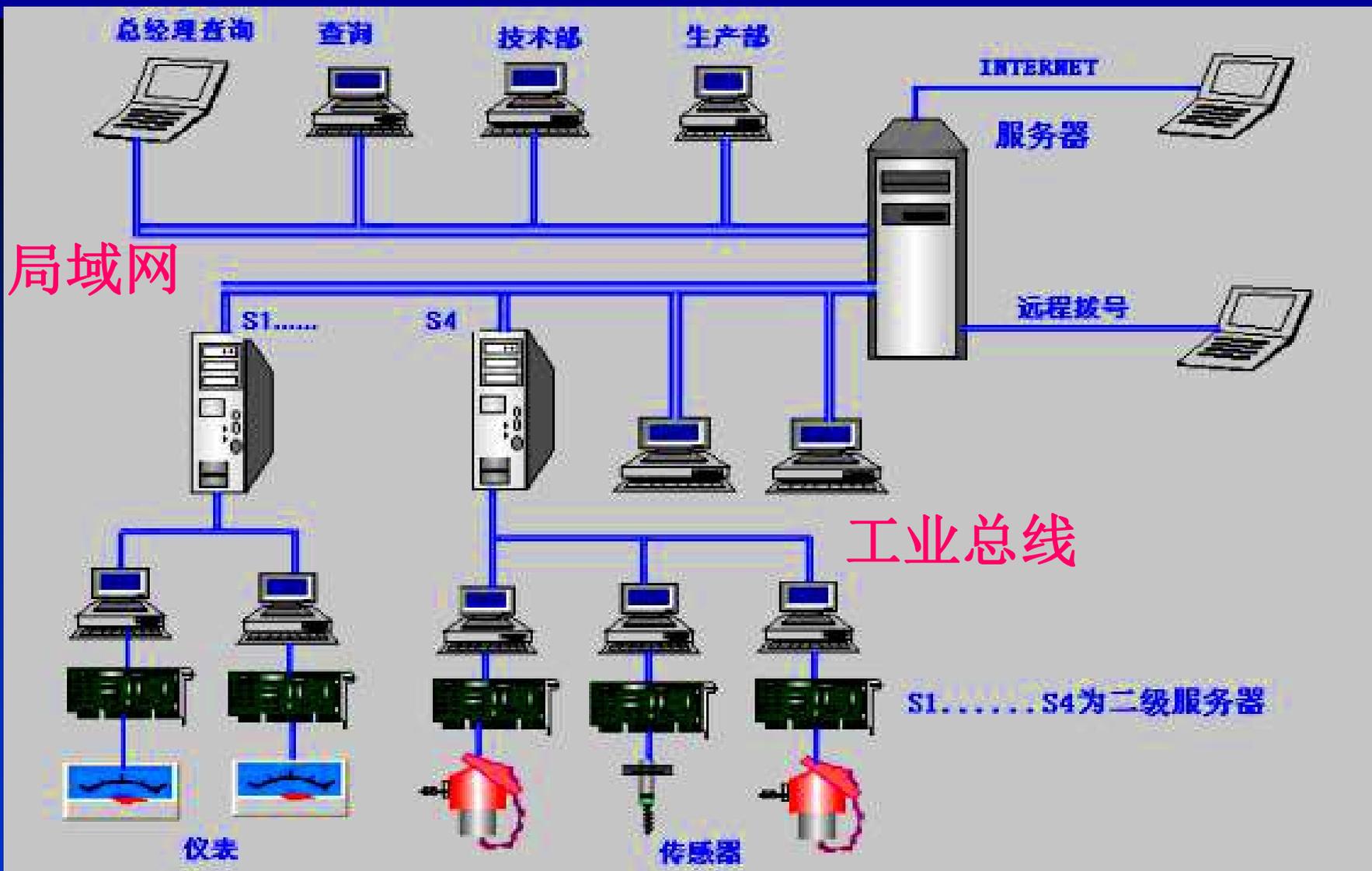
# 自动测试系统

自动测试系统是以工控机为核心，以标准接口总线为基础，以可程控的多台智能仪器为下位机组合而成的一种现代检测系统。一个自动测试系统还可以通过各种标准总线成为其它级别更高的自动测试系统的子系统。许多自动测试系统还可以作为服务器工作站加入到Internet网络中，成为网络化测试子系统，从而实现远程监测、远程控制、远程实时调试等。

# 网络化仪表示意图



# 网络化仪表





# 钢厂自动化监控系统实例



# 粮食温湿度测控系统实例

上位机（内插CAN通信卡）



上位机（内插CAN通信卡）

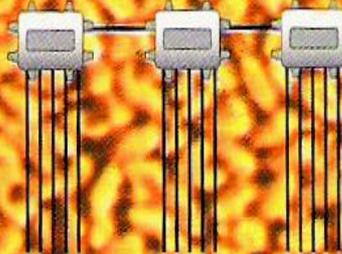
CAN总线

智能分机

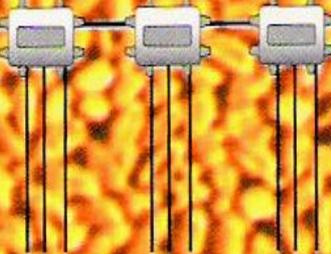
温度分线器

湿度分线器

通风控制器



测温电缆



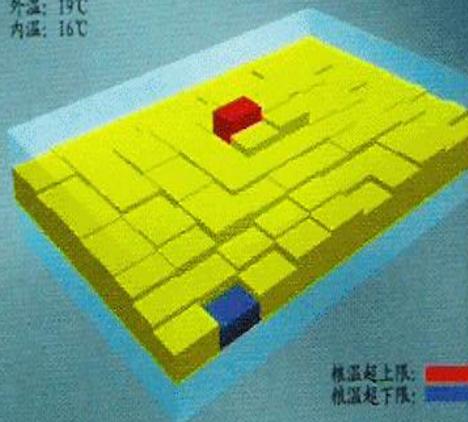
测湿探头



通风机械

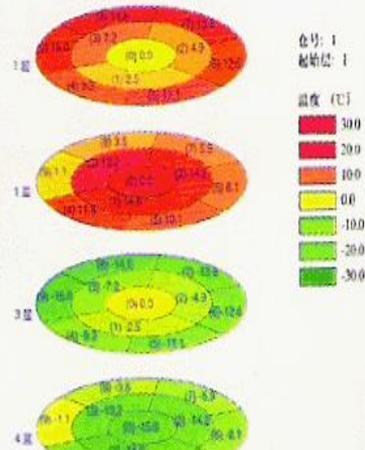
分层粮温三维视图

仓号: 1  
层号: 2  
外温: 19℃  
内温: 16℃



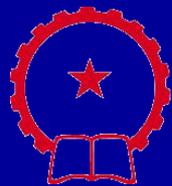
粮温起上限:  
粮温起下限:

粮仓测温记录——剖面图



## 二、带计算机的检测系统的特点及功能

1. 性能价格比高；
2. 设计灵活性高；
3. 操作方便；
4. 有强大的运算功能；
5. 具有记忆功能；
6. 有自校准功能；
7. 能进行自动故障诊断。



机械工业出版社  
China Machine Press

# 8通道巡回检测数据采集器



8个传感器信号  
输入端口

# 三、系统中的几种重要部件



## 1. 采样开关

1) 干簧继电器：干簧继电器主要由驱动线圈和干簧管组成，驱动线圈绕在干簧管外面。当线圈通以额定电流后，干簧管中的两根常开弹簧片互相吸引而吸合。它的耐压较高，额定电流较大，导通电阻接近零。耗电较大、速度较慢是干簧继电器的主要缺点。

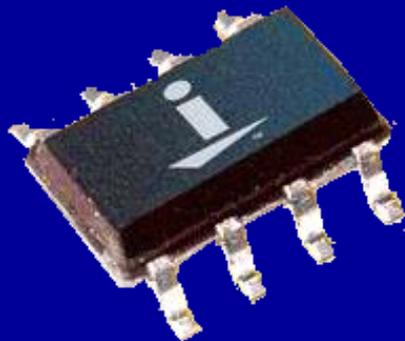


干簧管



## (2) CMOS模拟采样开关

模拟采样开关切换对象是多路模拟信号。它的控制端处于“有效”状态时，内部的P沟道MOS管或N沟道MOS管导通，模拟开关处于导通状态，导通电阻约几欧至几百欧（视型号而定）。当控制端处于“无效”状态时开关截止，截止电阻大于 $10^8 \Omega$ 。其优点是集成度高，动作快（小于 $1\mu\text{s}$ ）、耗电省等。缺点是有一定的导通电阻、各通道间有一定的漏电、击穿电压低、易损坏等。



## 2. 放大器

从传感器来的信号有许多是毫伏级的微弱信号，须经放大才能进行A/D转换。系统对放大器的主要要求是：精度高、温漂小、共模抑制比高、频带宽至直流。

目前常用的放大器有以下几种型式：一种是高精度、低漂移的双极型放大器；另一种为隔离放大器，它带有光电隔离或变压器隔离的低漂移信号放大器，以及一个高隔离的DC/DC电源。



机械工业出版社  
China Machine Press

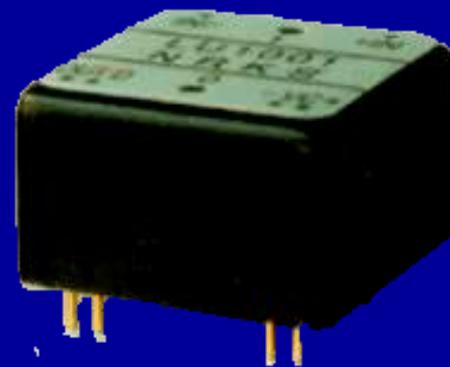
# 精密隔离放大器举例

线性误差：小于0.01%

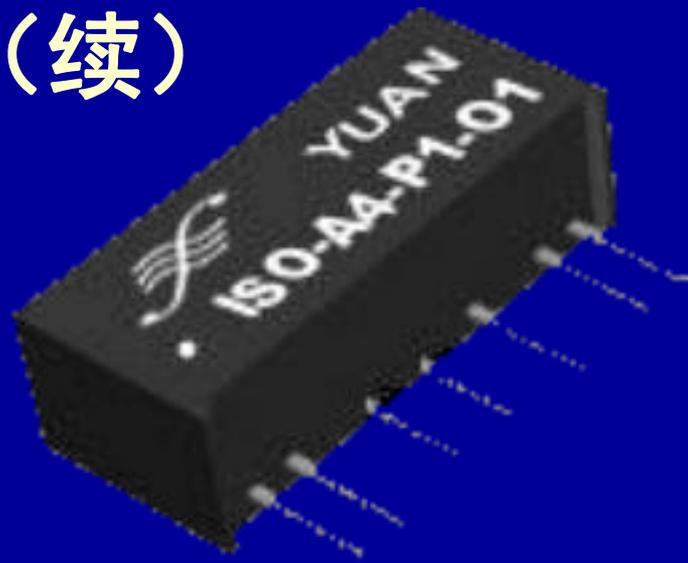
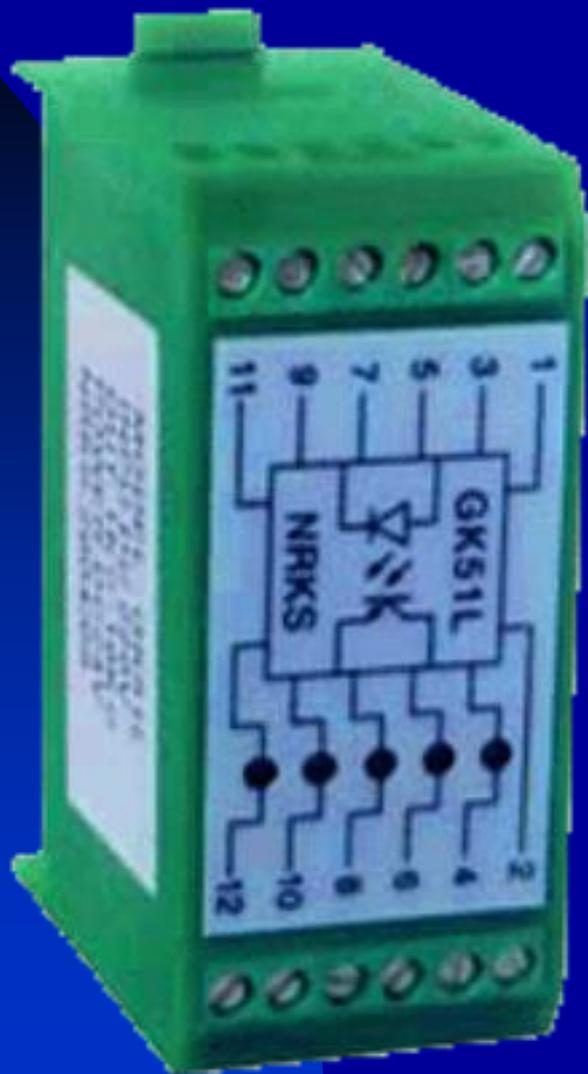
输入阻抗：1M $\Omega$

隔离度：2500V/50Hz/1min

工作温度：-10 $^{\circ}$ C~+60 $^{\circ}$ C



# 精密隔离放大器举例（续）



导轨安装式

# 隔离放大器用的隔离电源

典型技术指标:

封装: SIP、DIP

(符合UL94-V0标准);

电压准确度:  $\pm 1\%$ ;

工作温度:  $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$ ;

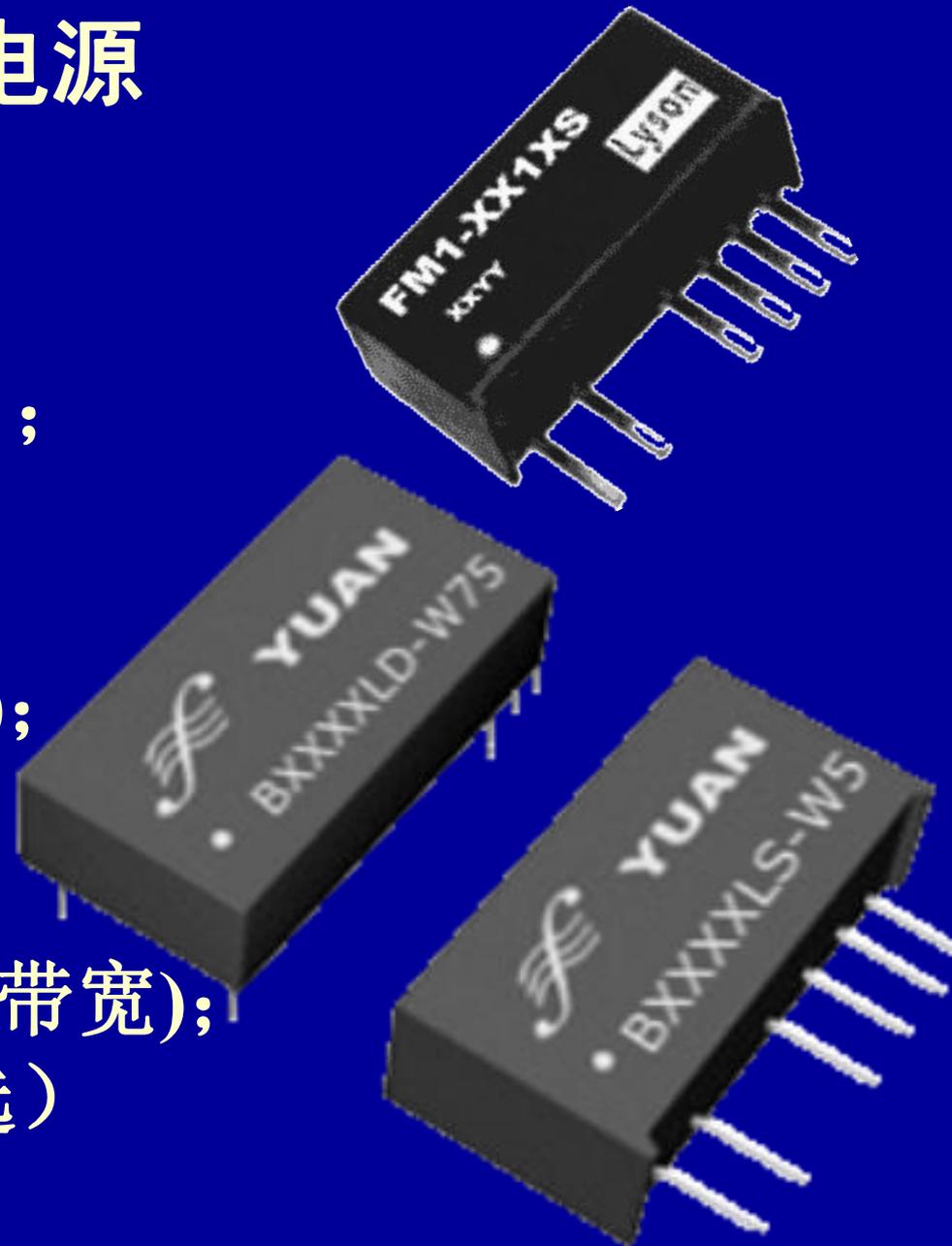
效率: 80% Min (满载);

隔离电压: 1500VDC;

80mVp-p Max;

输出纹波/噪声 (20MHz带宽);

功率: 0.1W~2W (可选)



### 3.A/D转换器（ADC）

放大器放大后的模拟信号必须进行A/D转换才能由计算机进行运算处理。目前采用较多的A/D转换器有两大类：一类是并行A/D转换器，另一类是串行A/D转换器。

在并行A/D转换器中，又有逐位比较型和双积分型之分。前者转换速度较快，有8位、12位、16位等规格。位数越高，精度也越高，但价格也相应提高；后者转换速度较慢（每秒10次左右），常见的有3位半、4位半等规格。



机械工业出版社  
China Machine Press

## 4. D/A转换器（DAC）与接口电路

计算机运算处理后的数字信号有时必须转换为模拟信号，才能用于工业生产的过程控制。它的输入是计算机送出的数字量，它的输出是与数字量相对应的电压或电流。如果在计算机与D/A之间插入多路光耦合器就能较好地防止工业控制设备干扰计算机的工作。如果使用多路采样保持器，只要使用一只D/A即可进行多路D/A转换。

# 可编程序控制器中的传感器接口板

传感器与PLC的联系主要是输入接口。不同的“**I/O模板**”与各种不同的传感器配套：

**模拟量输入模板**、**开关量输入模板**、**温度输入控制模板**等。用户只须按照说明书选购不同功能的模板即可构成完整的自动检测控制系统。



三菱系列  
可编程序控制器



机械工业出版社  
China Machine Press

## 第二节 传感器在温度、 压力测控系统中的应用

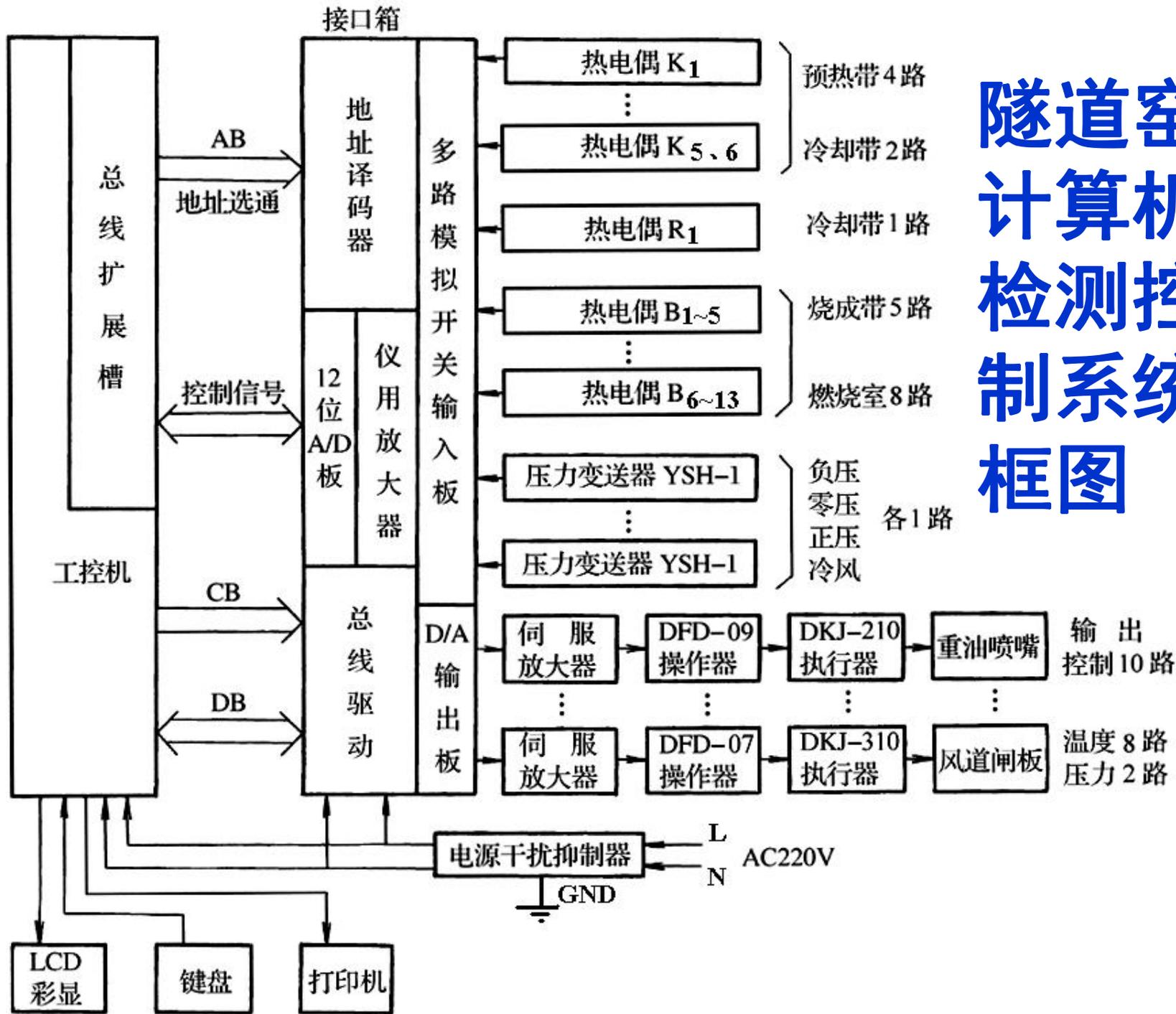
### 陶瓷隧道窑温度、压力监测控制系统

该系统涉及热工参数的测量，它采用工控机。该系统将巡回数据采集电路及控制电路装在独立的接口箱中，其中装有定时器、计数器、并行输入 / 输出接口等，接口箱与主机之间通过并行接口插卡与计算机通信。

# 隧道窑外形



# 隧道窑 计算机 检测控制 系统 框图



## 第三节 传感器在流量测量中的应用

所谓智能化流量积算仪，就是使用计算机技术，将一次仪表送来的流量信号对时间作积分，求出流量累积总量的仪器。



# 智能化流量积算仪原理 (以上图NY-I型为例)

智能化流量积算仪采用差压法测量瞬时流速，因此必须首先测出差压 $\Delta p$ 。由于温度和压力会引起流体的密度的变化，有时还需要进行温度补偿和压力补偿，所以必须测出流体的温度和压力。如果使用热电偶，还必须测量热电偶的冷端（室温）温度。



机械工业出版社  
China Machine Press

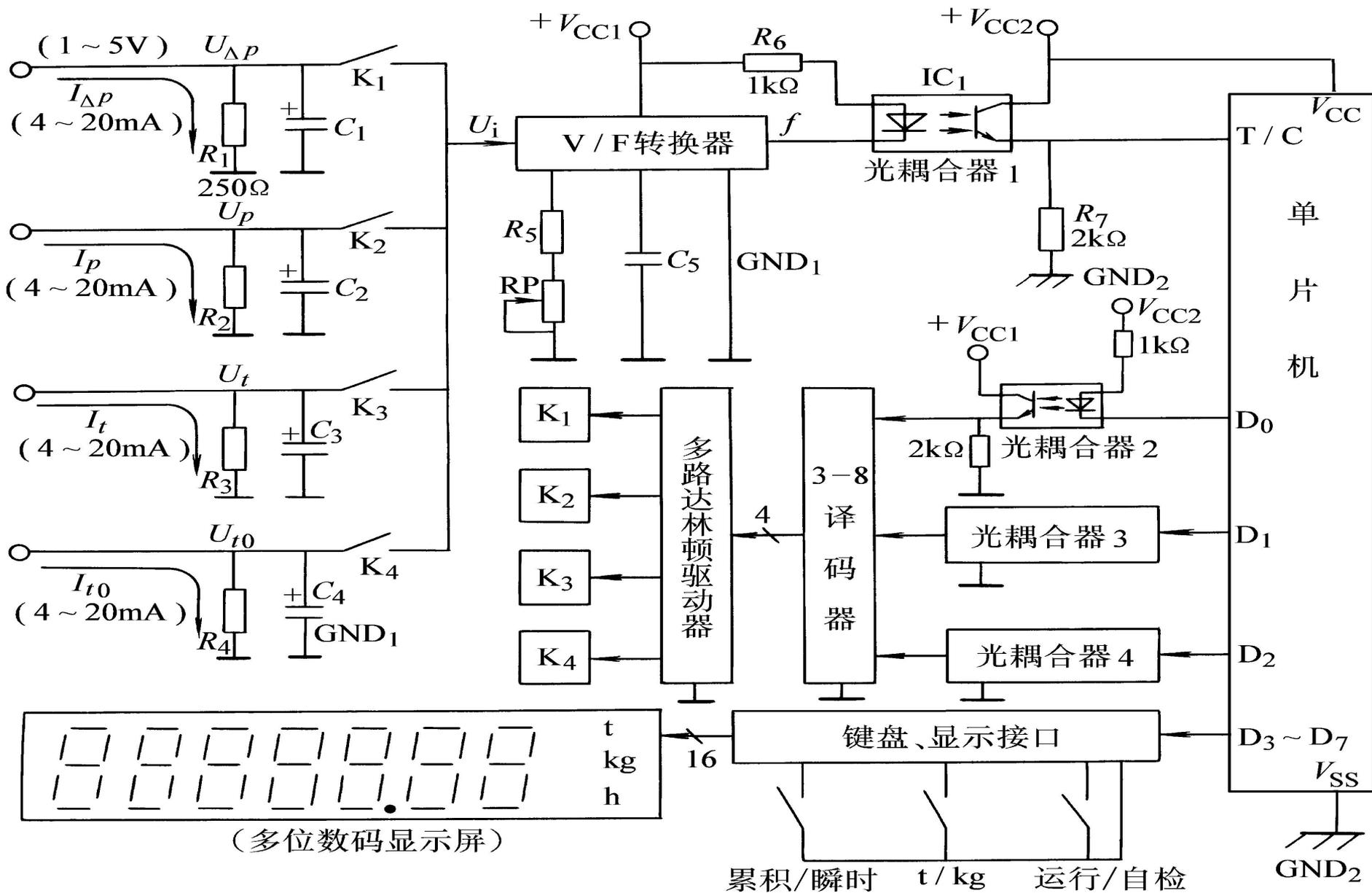
# 智能化流量积算仪原理 (以上图NY-I型为例)

上述四种信号先由标准的一次仪表转换为4~20mA的电流信号，经信号传输线传送到本积算仪的输入端，再用取样电阻(250.0 Ω)转换成4个低内阻的1~5V电压信号： $U_{\Delta p}$ 、 $U_p$ 、 $U_t$ 、 $U_{to}$ 。上述四个电压信号按顺序轮流通过采样继电器K1~K2传送到模/数转换器的输入端，再经光耦，由单片机计算出累积流量。

某一次仪表转换的输出为4~20mA，要得到10V输出电压到计算机的A/D板，需要采用多大阻值的取样电阻？



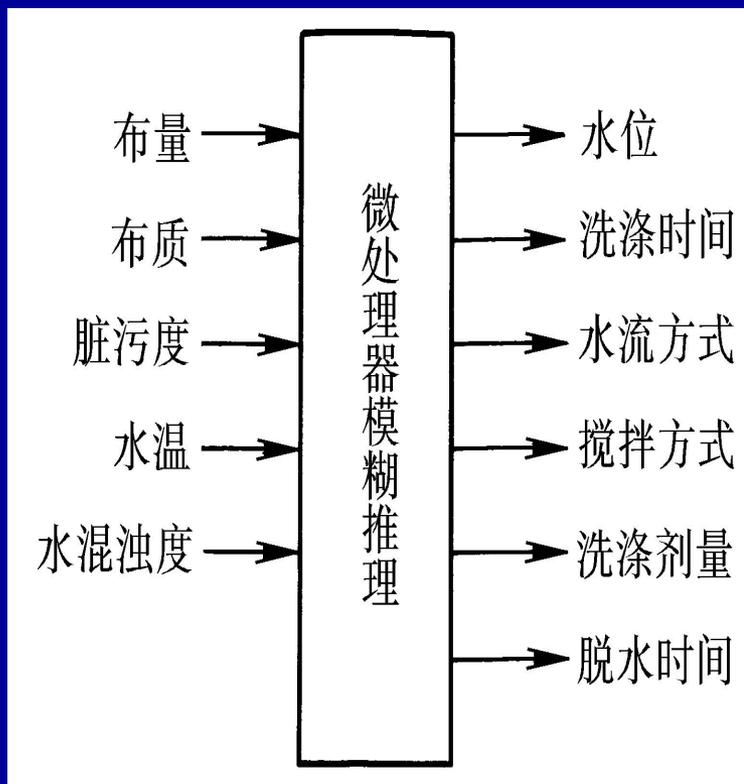
# NY-I型智能化流量积算仪原理框图



## 第四节 传感器在现代家电中的应用

所谓模糊控制系统是模拟人智能的一种控制系统。它将人的经验、知识和判断力作为控制规则，根据诸多复杂的因素和条件作出逻辑推理去影响控制对象。

模糊洗衣机能自动判断衣物的数量（重量）、布料质地（粗糙、软硬）、肮脏程度来决定水位的高低、洗涤时间、搅拌与水流方式、脱水时间等，将洗涤控制在最佳状态。不但使洗衣机省电、省水、省洗涤剂，又能减少衣物磨损。



# 模糊洗衣机的 模糊推理



机械工业出版社  
China Machine Press

# 休息一下

