

应用于工控系统的软硬件平台技术

潘爱华 张玉东

中科院力学研究所 北京: 100080

摘要 本文介绍了一种用于工业控制的计算机软硬件综合设计方法——软硬件平台技术, 阐述了其基本原理、设计思想、实现方法、技术特点及其优越性。

关键词 硬件平台 软件平台 综合设计

Abstract This paper describes the computer hardware/software codesign method—hardware/software codesign platform technology, which can be efficiently used in industrial control. Its basic principle, design thoughts, implementation, technical features and advantages are also explained in detail.

Keyword Hardware platform Software platform Codesign

1 前言

目前, 计算机技术已经在工业控制中得到了广泛的应用。总线技术的发展和成熟推动了模块化的设计方法。市场上出现了很多与各类总线相匹配的模块产品, 尤以 STD 总线和 BM PC 总线的模块最为流行。模块化的确减轻了控制系统设计人员的工作量, 但它存在两个问题: 其一, 模块化的设计方法没有考虑软硬件的综合设计, 即只考虑硬件的模块化, 没有考虑与之相应的软件, 所以在系统设计周期中, 硬件与软件的设计过程必定分离且相互独立, 在系统集成前没有交互作用; 其二, 在硬件模块化的过程中, 没有考虑智能化, 往往只是作成简单的 I/O 卡, 且要求输入为标准信号, 不能单独构成控制子系统。

显然, 这种设计方法限制了平衡软硬件的能力, 不能充分发挥硬件各自的潜力。当最后软件与硬件组合到一起时, 很可能要对硬件或软件进行修改, 有时甚至要增加部分特制的硬件, 从而导致开发周期延长、系统综合性能下降及潜在开发费用的增加。

为此, 要在开发周期和费用的限制下设计完整的控制系统, 需要采用软硬件综合设计的方法。本文提出的软硬件平台技术, 正是在软硬件综合设计思

想的基础上, 考虑到工控系统的独特性和及其在特定领域中的相似性, 以一种通用硬件平台和软件平台来实现计算机工控系统快速有效的综合设计。用户只需编制少量程序, 即可完成整个设计。

2 平台技术介绍

以往在工控中总是孤立地对待每一个工程项目, 因此每做一个项目时, 都需要从头做起, 效率很低。事实上, 虽然工控系统没有办公或管理系统那样规范, 但也还有一定规律, 尤其针对生产过程相似的同行业工业控制系统, 其规律就更明显。因此我们把那些共同的部分抽象出来, 组成基本框架——即平台。

首先我们来考察通常的计算机工控系统的框图(见图 2-1)。

在生产过程的控制中, 从信号检测和输出控制两个方向来看, 计算机控制系统通常要处理 3 种类型的信号:

- 表示生产过程运行情况的开关量信号, 如各种被控设备的启停状态、接触器的开闭状态、操作面板上的开关状态以及各种物理量的上下限报警信号等。

- 反映生产过程工况的模拟量信号, 如重量、流

量、转速、压力、料位、成分等，它们都是一些随时间连续变化的模拟量。

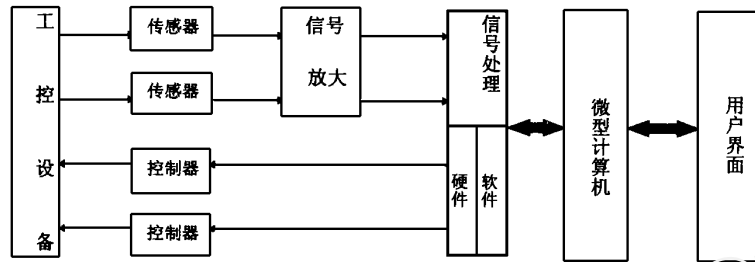


图 2-1 计算机工控系统的框图

· 纯数字设备要求的数字信号, 如 CRT、调制解调器、打印机、数字化绘图仪等常规外设, 某些数字式执行装置(步进电机及数显装置)以及某些数字式检测装置(光电码盘, 数字流量计等)。

其中第 3 类的纯数字信号大都可与计算机直接相连, 其标准性和通用性很强, 应用十分方便。而前两类则大多与工业现场打交道, 情况要复杂得多, 这也是在系统设计中最难标准化、最费时的一项工作。

平台技术综合应用软硬件技术, 将图 2—1 中的信号放大、信号处理的硬件部分综合成一个硬件平台, 将其中的信号处理的软件部分、用户界面综合成一个软件平台。两者互为补充, 又互为支持。

2.1 硬件平台

硬件平台实现以下功能:

- 传感器信号的放大与整理。
- 实现计算机与生产过程之间的信息变换, 包括 A/D 转换、D/A 转换、电平变换、脉冲量的串—并变换等。
- 实现计算机与生产过程之间的信息传送, 包括多路信息的分时采集、多路控制的分时操作等。

所有的功能做在一块含 CPU 的 PC 总线的 I/O 卡上(也可称为智能卡), 利用 PC 总线与主机通讯, 这种嵌入式的处理方法直接为其软硬件的协同工作提供了方便。

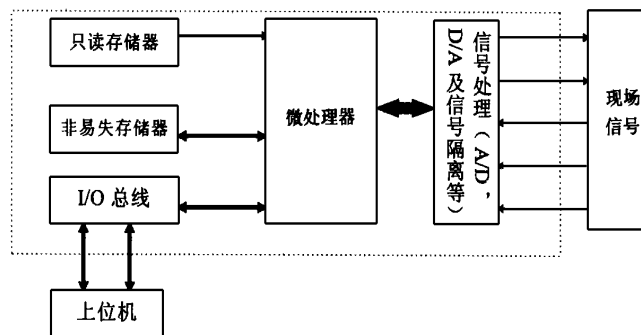


图 2-2 硬件平台框图

由于同行业的生产过程很相似, 所以对同行业的不同厂家的生产线, 其硬件平台完全可以通用, 其不同部分留各软件平台去协调, 这对于中小型企业是非常适合的。

2.2 软件平台

软件平台分成两部分, 一部分嵌入在硬件平台, 称为下位机平台, 它主要完成数据采集、控制算法、输出等底层功能, 同时也是软硬件综合设计的结合

点; 另一部分位于主机内, 称为上位机平台, 它主要完成供用户操作的可视化界面, 同时也可对纯数字设备进行操作。

软件平台一方面要充分发挥硬件平台的潜力, 在现有硬件资源的条件下, 让系统完成更多的工作, 从而节省费用; 另一方面, 软件平台是用户二次开发的主要依据, 为了缩短开发周期, 其人机界面必须友好, 且具有智能性。

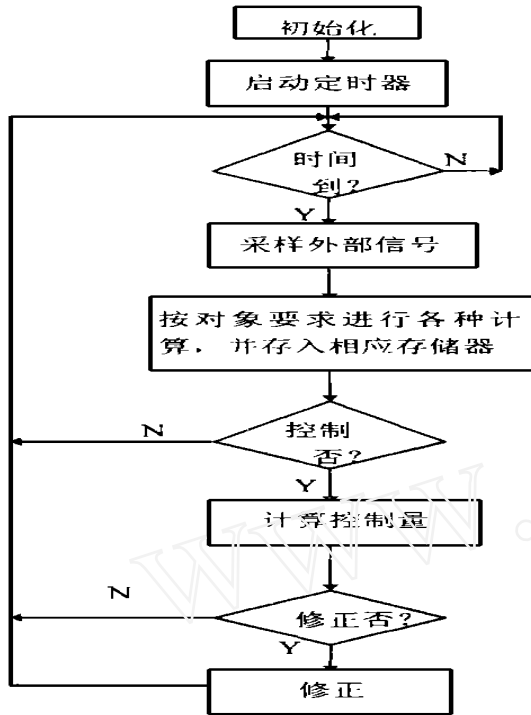


图 2- 3 下位机软件流程图

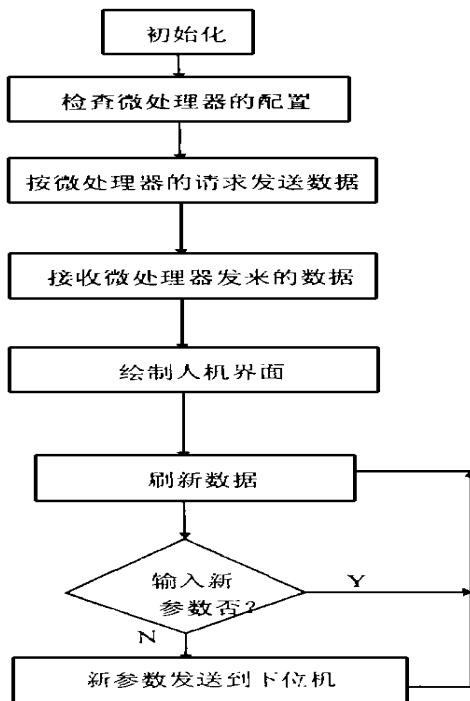


图 2- 4 上位机软件流程图

3 平台技术特点

这种软硬件综合设计的平台技术概括起来有如下特点:

- 开发效率高。平台系统具有应用系统的基本框架, 用户只要适当修改, 即可生成应用系统
- 实时性好。由于平台基于带 CPU 的智能卡, 且还具有自带的内存, 通过微机 PC 总线通讯, 其运行速度相当快。
- 多模式应用。由于各智能卡带独立的 CPU, 在同一系统中完全可以运行不同的控制模式。

4 应用实例

对于水泥厂调速皮带秤计量系统和预加水成球控制系统这两种不同系统的设计, 就可以用平台技术很方便地实现, 其系统框图见图 4- 1 及图 4- 2。

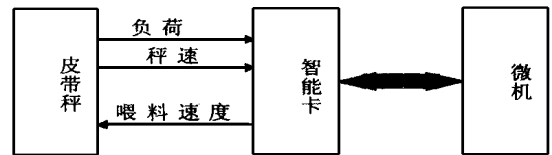


图 4- 1 调速皮带秤计量系统

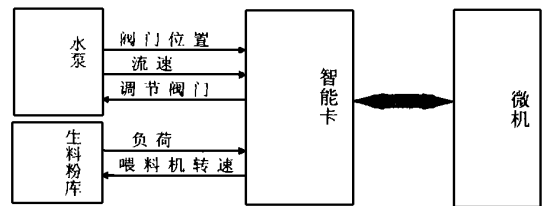


图 4- 2 预加水成球控制系统

调速皮带秤计量系统: 输入量有负荷和秤速两个, 控制量为喂料速度, 为实现此目标, 只须用一块智能卡, 对上位机软件稍作修改即可完成设计。

预加水成球控制系统: 输入量有生料粉负荷、流速和阀门位置等 3 个, 控制量为阀门开度和喂料机转速, 对于此系统, 同样只要用一块智能卡, 按照该系统的特定要求修改上位机软件参数, 很容易实现新的设计。

(下转第 25 页)

量精度,采用集成稳压电路实现高稳定电压源 V_c ,对主回路和参考回路的电压信号相减后进行比例放大,滤波后显示。

在实验室条件下,通过改变 C_x 观测 V_0 波形并记录电压读数,对 30~500pF 的电容进行了实测,结果如表 3-1 所示。

表 3-1 不同的探头电容与传感器的输出电压

C_x (pF)	30	50	68	82	100	150	220	300	370	500
V_0 (V)	0.030	0.432	0.816	1.110	1.474	2.500	3.920	5.572	6.742	9.000

根据上述原理,对实现的原油含水测量仪由中国石油天然气总公司计量测试研究所作了标定测试。测试条件:温度:40 ;压力:6.01MPa;流速:

2.0m/s;测试介质:45# 变压器油和水。测试结果如表 3-2 所示。

表 3-2 含水率测量仪的测量结果

标准含水率 (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
仪器示值 (%)	0.0	10.2	20.1	29.9	39.9	49.7	59.2	70.2	80.6	89.5	99.2

由表 3-2 可知,仪器的测量误差 $\pm 1\%$ 。

4 结论

这种基于电荷充放电原理的小电容变量测量电路具有以下特点:

第一,其差动电路结构减小了两路信号中由共同输入部分所引起的漂移,如 f 、 V_c 、 R_f 等的变化。这使得电路具有低的时漂和温漂,抗干扰能力强;第二,电荷检测计是一个电流积分放大器,通过选择合适的 C 、 R_f 、 C_f ,检测计的输出只依赖于放电电流脉冲的直流分量,这使得电路即使在上兆赫兹的开关频率下仍能保持良好的精度;第三,若开关的开通电阻(CMOS4066 为 100 Ω)和漏电阻 R_m 相比小得多,则未知电容的测量几乎不受并联漏电阻的影响。

理论和实验结果表明,该电路具有良好的测试性能,线性度和重复性好,灵敏度高,而且电路体积小,性能可靠,分辨率高,可以保证对油品内部状态变化的监测。

参考文献

- 1 曾亚波. 用电荷转移原理测量水份. 传感器技术, 1991, 3: 27~ 29.
- 2 S M Huang, J Feklden, R G Green and M S Beck. A new capacitance transducer for industrial applications. J Phys E: Sci Instrum, 1988, 21: 251~ 256.
- 3 S M Huang, J Feklden, R G Green and M S Beck. Electronic transducers for industrial measurement of low value capacitances. J Phys E: Sci Instrum, 1988, 21: 242~ 250.

(上接第 15 页)

5 结束语

这种基于软硬件综合设计的平台技术,能够充分发挥系统中的软硬件资源,节省硬件费用和软件开发开销,同时也大大缩短了系统开发周期,是一种先进的工控系统设计方法。

当系统中使用多个硬件平台时,从结构上看,就好象构成了一个以 PC 总线为传输介质的局网结构,以多 CPU 协同工作实现多任务并行处理,因此特别适用于实时性要求很高的工业现场。

参考文献

- 1 Donald E Thomas, Jaky. A dam s A model and Methodology for Hardware Software Codesign. IEEE Design & Test of Computer. Sept 1993
- 2 Daniel D. Gajski, Frank Vahid. Specification and Design of Embedded Hardware Software System. IEEE Design & Test of Computer. Spring, 1993
- 3 袁本恕. 计算机控制系统. 中国科学技术大学出版社, 1988
- 4 李新民, 李勋等. 8098 单片微型计算机应用技术. 北京航空航天大学出版社, 1994, 5