

一类计算机过程控制系统的技术改造方案*

吴庆洪 徐心和 张颖
(东北大学信息科学与工程学院 沈阳 110005) (鞍山钢铁学院)

摘要 介绍一类计算机过程控制系统的改造方案——以计算机网络系统替代点对点系统, 以及能使新老系统切换运行的关键技术。目的在于最大限度地减小由设备改造而引起的损失。所涉及和采用的方法, 对其他工业控制系统的改造也具有参考价值。

关键词 计算机控制, 网络, 切换, 改造

分类号 TP 393

A Transformation Scheme for One Kind of Computer Process Control Systems

Wu Qinghong, Xu Xinhong, Zhang Ying
(Northeastern University) (Anshan Institute of Iron & Steel Technology)

Abstract A transformation scheme is introduced, which is about one kind of computer process control systems. The background and methods of transformation from point-to-point system to network system are illustrated. Then the key technology, switching control systems between the old and the new, is also mentioned. The scheme can decrease the pecuniary loss caused by transformation, and also has reference value for other computer control systems transformation in industry.

Key words computer control, network, switch, transformation

1 引言

随着计算机技术的迅速发展, 我国很多七八十年代引进的当时较为先进的工业过程控制系统, 现已显得非常落后, 无法跟上现代工艺技术的发展水平, 因此需要进行更新换代。如果完全废弃原有系统, 重新引进, 势必造成很大浪费, 同时也将对生产和效益产生较大影响。因而对原有系统进行技术改造是许多企业都面临的一个实际问题。

2 传统计算机控制系统结构

传统计算机控制系统一般包括过程控制系统、基本输入输出设备、基础自动化及仪表等(见图 1)。其中, 过程控制系统是整个计算机控制系统的核心部分, 其性能的好坏及算法的优劣对生产工艺水平有很大影响。过程控制系统一般由一台或多台具有较高性能的计算机构成, 例如 VAX 3100 小型计算

机系统, Siemens R 30 小型计算机系统和 AEG CP80 系统等。过程控制系统与外围输入、输出设备及基础自动化设备之间的信息交换, 主要是通过点对点的信号或数据传输进行的, 其中包括: 开关量信号, 模拟量信号, 并行数据传送, 串行数据传送 (RS232C, RS422, RS485, 电流环等)。

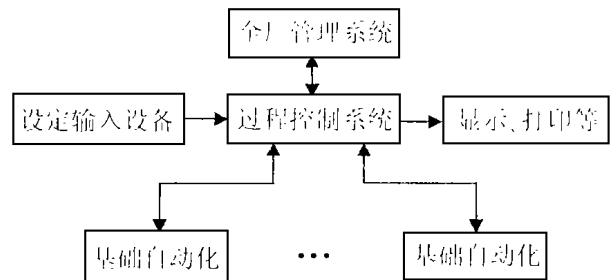


图 1 典型的工厂过程控制系统结构图

目前正在服役的此类过程控制计算机, 大多仍是国外七八十年代的产品, 例如宝钢一冷轧的 Siemens R 30 小型计算机系统, 本钢冷轧的 VAX 小型计算机系统等。其中宝钢一冷轧 R 30 过程控制

* 1999-01-05 收稿, 1999-04-12 修回

计算机主频仅为 3MHz, 内存、外存分别只有 512K 和 80MB。与现代计算机发展水平相比, 这些早期计算机控制系统具有如下明显不足:

- 1) 主频较低, 数据处理速度和处理精度不高, 不利于进一步提高工艺水平和生产水平;
- 2) 内外存都较少, 使系统功能的扩充受到严重限制;
- 3) 采用专用操作系统, 并且应用软件和工具软件很难满足现代工艺水平的需要, 同时也给系统再开发和再利用带来很大困难;
- 4) 随着计算机技术的不断发展和计算机品种的更新换代, 原系统的备品、备件越来越难购买, 而且价格相对比较昂贵。

当今先进的过程控制系统趋向于使用高速计算机局域网, 图 2 是一个典型的使用计算机局域网的过程控制系统^[1]。网络中的各个服务器及工作站的主频一般都在几百兆, 而且拥有大量的内存和外存。如果采用通用机型 (SPARC, MA G, Pentium 等) 计算机和通用操作系统 (U nix, W indow s NT 等), 那么将来再升级也非常容易。在这样的网络系统上, 能够实现多机并行处理, 并且有条件以更快的速度采集并处理过程数据, 许多先进的控制算法可以得到应用和实现。所有这些都是早期计算机控制系统无法比拟的。

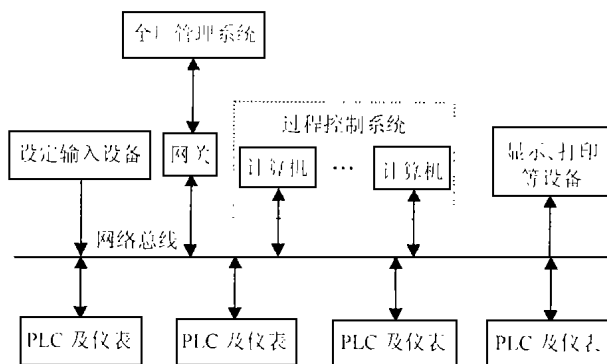


图 2 工厂过程控制系统的网络连接

为了进一步提高生产工艺水平和成品质量, 有必要针对早期计算机过程控制系统进行技术改造。这样既能够避免全盘改造而节省费用, 又可使整个控制系统的性能有较大幅度的提高。但对计算机过程控制系统进行改造首先要考虑以下两个基本问题:

- 1) 由于原系统外围设备采用点对点的连接技术, 而新的过程控制系统采用计算机局部网络技术, 故应解决两者之间的信号连接或原系统外围设备的

上网问题。

- 2) 为了减小由系统改造带来的损失, 在实施改造阶段, 新旧系统应能进行必要的切换。

3 外围信号的连接和切换

为使新的过程控制系统替代原过程控制系统之后, 仍能完成原系统所具有的功能, 首先必须使新系统能控制原系统中所保留的部分。即根据原系统的需要, 新系统须能提供相应的数字量、模拟量、并行数据接口及串行数据接口。

传统串行通信一般采用 RS232、RS422、电流环或其他类似的串行接口, 并且波特率一般不超过 9 600bps。由于它们的信号标准和通信协议与局域网的信号标准和通信协议不同, 因此应使用硬件设备进行相应的转换, 然后再连接到新系统的网络上。对此, 新系统只要提供必要的接口和不低于原系统的有效信息带宽就可上网。协议转换接口可采用信号转接器或网关。

在传统的计算机系统中, 许多过程控制计算机与基础自动化的 PLC 之间是用点到点的模拟量、数字量、脉冲等信号连接的, 而且这些信号往往数量很大。例如宝钢 2030 冷轧过程控制系统中, 共有此类信号近 2 000 点^[2]。把如此众多而复杂的信号逐个引上网络是很困难的。解决的办法是寻找一种既能上网, 又能控制全部信号的设备。实际工作中可选用具有上网能力的 PLC 设备进行转接, 以完成网络与基础自动化系统之间的信息传递。从长远看, 在将来基础自动化需要改造时, 可把能上网的设备直接接入新系统的网络, 而不能上网的设备或不同类型的其他现场总线, 仍使用转接设备转接, 这样就避免了因基础自动化改造而引起的系统二次改造。另外, 如果希望进一步降低过程控制系统改造的成本, 也可在原系统加装网络接口, 与网络相连, 并把原过程控制计算机中的控制过程和算法移植到新的计算机网络系统, 使原过程控制系统成为转接设备, 完成信号转接功能。

在实施改造过程中, 为了不影响生产, 要求原系统仍继续完成原先的功能, 而当新系统投入运行时, 又能用新系统控制整个生产过程。为此新旧系统的信号连接之间需要有切换机制, 图 3 分别给出了电压输入/输出和电流输入/输出信号切换的方法。

新系统开发过程中, 所有通信及信号都由原系统控制, 并且连接方式与原来相同。为了有利于新系

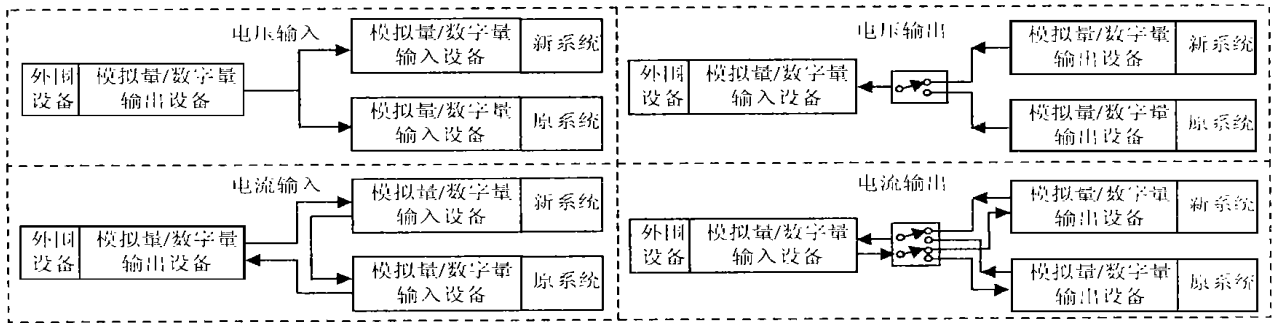


图3 信号切换方法

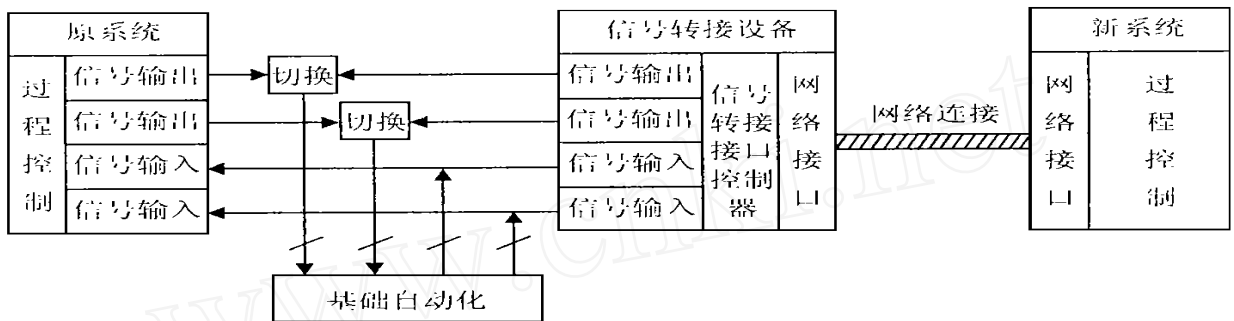


图4 系统的连接切换

统调试,由基础自动化送往过程计算机系统的输入信号也引入新系统,以便新系统能更好地进行模拟调试。但新系统的输出信号不能接入基础自动化,否则将与原系统输出信号发生冲突。当新系统投入试运行,断开原系统对基础自动化的输出,然后把新系统的输出信号接入基础自动化。新老系统的连接如图4所示。

4 转接设备设计

从图4可以看出,转接设备设置在基础自动化与新系统过程控制计算机之间。由于转接设备承担着大量的输入、输出数据的传送工作,因此对它的吞吐能力必须有所考虑。在转接设备与计算机网络之间,主要存在以下两种数据传送:

- 1) 模拟量输入信号、开关量信号和外部设备状态由转接设备传送到网络;
- 2) 模拟量输出信号、开关量信号和外部设备设定值由网络传送到转接设备。

另一方面,由于转接设备直接与受控对象相连接,因而对它还应有反应迅速、实时性强的要求。根据具体情况也可采用多台转接设备并行工作,这样既分散了信号流量,同时又减少了信号传输的延时。在进行通信程序设计时,应尽可能采用低层协议,如

HDLC协议,这比采用TCP/IP等高层协议传送数据更迅速、有效。其原因是:高级数据链路协议HDLC属于OSI模型的第2层(数据链路层),一个HDLC帧中附加头部长26个字节;而TCP协议属于OSI模型的第4层(传输层),每个TCP包中附加头部协议至少74个字节^[3]。因此HDLC协议传输效率要高一些,尤其是传送小的数据帧时。但HDLC协议不支持路由功能,当信号需要通过路由器或网关时,应采用TCP/IP协议或其他高层协议^[4]。

5 结语

本文针对控制系统中过程控制部分进行技术改造而展开讨论。在实施过程控制系统改造的同时,也应对其他将来可能发生变动的相关系统给予考虑,例如基础自动化系统的改造。在进行过程计算机网络系统软件设计时,必须考虑建立一个数据—网络地址映射表。当基础自动化部分也需进行改造时,可将具有上网能力的基础自动化设备直接连接在过程控制计算机到转接设备的网络上;然后局部修改地址映射表,把相应数据的传送请求定向到新的基础自动化设备上。

(下转第247页)

其中

$$\theta(k) = [h_1(k) \quad h_2(k) \quad \dots \quad h_N(k)]^T_{1,N}$$

$$\phi(k) =$$

$$[u(k-1) \quad u(k-2) \quad \dots \quad u(k-N)]^T_{1,N}$$

(8) 式与 (11) 及 (12) 式一起构成了预测自适应控制算法。

3 仿真研究

为了说明 MAC 的控制性能, 并与 MAC 进行比较, 本文对两种方法进行计算机仿真研究, 限于篇幅仅给出一个例子。

$$y(k) + 0.36y(k-1) + 0.24y(k-2) = 0.5u(k-1) + 0.25u(k-2)$$

参考序列设定为阶跃信号, 系统初始输入输出设定为零, 初始参数向量设定为单位向量, 即采用自适应算法。将 MAC 和 MAC 施加到被控对象时, 系统输出响应如图 1 和图 2 所示。这是通过调节加权因子 λ 折衷考虑超调量和调节时间的最佳结果。显然, MAC 的动态控制效果比 MAC 好。

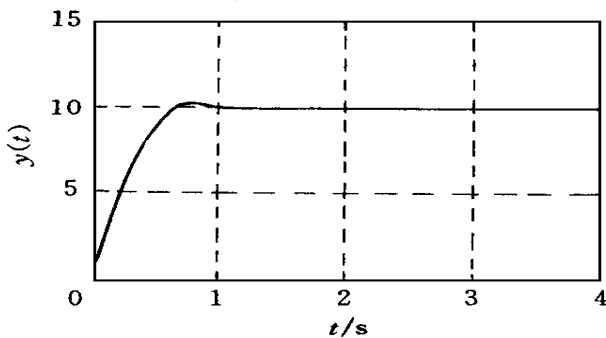


图 1 采用 MAC 时的系统响应
($N = 5, L = 4, \lambda = 1, \beta = 1$)

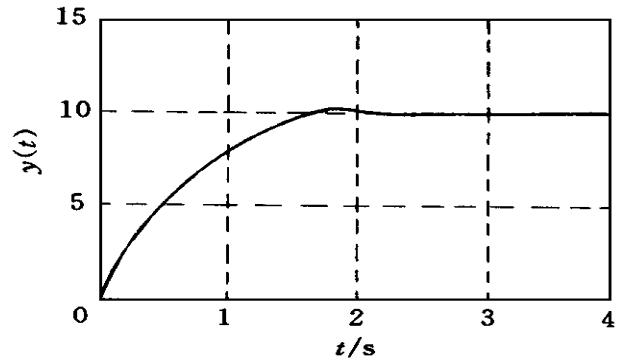


图 2 采用 MAC 时的系统响应
($N = 5, L = 4, \lambda = 0.8$)

4 结 论

本文提出的改进的模型算法控制不仅具有积分控制作用, 而且还具有微分控制作用, 因此可通过适当选取加权因子 β 来改善系统的动态性能。仿真研究表明 MAC 比 MAC 具有更好的动态调节效果。

参 考 文 献

- 1 De Keyser, R M C. A comparative study of self- adaptive long- range predictive control methods Automatica, 1988, 24: 149- 163
- 2 Clarke D W. Generalized predictive control—Part I & II Automatica, 1987, 23: 137- 160
- 3 顾兴源, 毛志忠 一种简单适用的预测自适应控制算法 信息与控制, 1992, 21: 120- 123

作 者 简 介

王 剑 男, 1957 年生。1990 年在东北大学自动化系获硕士学位, 现为东北大学信息科学与工程学院自控系主任, 副教授。研究方向为综合自动化, 智能控制理论及应用。

(上接第 244 页)

参 考 文 献

- 1 Geoff Bennett Designing TCP/IP internetworks New York: Int Thomson Publishing Inc, 1995
- 2 Siemens Specifications of computer control system. AG: Siemens, 1976
- 3 蔡皖东 计算机网络技术 西安: 西安电子科技大学出版社, 1998
- 4 刘有信 网络互联技术 北京: 人民邮电出版社, 1998

作 者 简 介

吴庆洪 男, 1967 年生。1989 年毕业于鞍山钢铁学院,

现为东北大学信息科学与工程学院控制仿真中心博士研究生。研究方向为轧钢计算机过程控制系统及数学模型。

徐心和 男, 1940 年生。1964 年毕业于东北工学院自控系, 现为东北大学教授, 博士生导师。长期从事控制理论教学和科研工作, 主要学术方向为离散事件动态系统, 混杂系统, 计算机控制仿真等。

张 颖 女, 1966 年生。1989 年毕业于杭州电子工业学院, 现为鞍山钢铁学院讲师。研究方向为图象识别和多媒体通信。