

一个使用多传感器现场总线技术的监控系统

A Monitoring System by Use of Multi-sensors and Field Bus Technologies

刘其真 王小芳 刘 琦 何永保

(上海复旦大学计算机科学系 上海200433)

Abstract This paper is primarily to introduce a large real-time system of monitoring by use of multi-sensors and field bus technologies, including the topology of system hardware, long distance field module, data communication protocols and data processing. This developed system is used in the monitoring of big coke-fired furnaces successfully.

Keywords Multi-sensors, Long distance module, Field bus, Data communication, Data processing

1. 引言

近年来,现场总线技术(Field Bus)^[1,2]在工业过程监控领域得到了越来越广泛的应用,该技术特别适合于远距离多点信号检测,它利用双向、高速和可寻址的数字通讯手段,将若干传感器输出的模拟信号进行现场采集,并将原本由计算机完成的A/D转换、D/A转换、前置数据处理、发出命令等一些控制功能下移到现场智能控制模块,从而大大减少了监控主机的工作负担,极大地精简了远距离数据传输的内容,大大减少了传感器与计算机之间的物理连接线路,提高了数据传输的速度和可靠性。

本项研究的目的是为某大型钢铁企业的几座刚建成的现代化焦炉实现正式炼焦前的烘炉过程实施监控,该监控系统的特征如下:

(1)在每座焦炉长达80天的烘炉过程中,监控系统必须连续可靠地运行,不得中断,所采集的数据不能丢失。

(2)每座焦炉的301个温度监测传感器(热电偶)三维分布于大型炉体(如同一座五层楼房)的各个部位,监控机房与各焦炉之间有一定距离,主机与最远

的热电偶之间的布线长度约1000米。

(3)在0~800℃的温度监测范围为,温度测量误差≤0.8%。

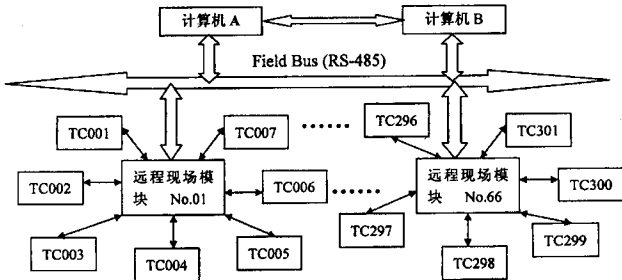
(4)炉体各部分的升温速度必须严格限定在规定的范围,使炉体各部分的温度分布遵守给定的温度-时间分布曲线,从而使炉体各部分的膨胀协调进行,否则,将造成炉体的开裂。一旦任何测点的温度超界,则必须立刻发出声光报警信号和闪烁彩色字符信息。

(5)系统通过实时产生22张表格和12张彩色图形实现其强大的监测功能,其中最大的表格有75 * 42个数据项。

(6)本系统既有前台友好的用户界面,又有多个后台任务在连续工作,既有用户选择性输入输出,又有自动循环动态显示。

以上六个方面说明本系统具有远距离多测点的特性,而且监控主机的任务是相当繁重的,因而采用现场总线技术开发本系统是最为恰当的。

2. 系统硬件结构



(TC: Thermocouple—热电偶)

图1 现场总线系统的结构图

系统硬件结构如图1所示,主机与远程现场智能模块之间通过 EIA RS-485总线进行通讯,本系统共使用66个远程现场智能模块,它们与主机的物理连接是总线型结构。每个远程现场智能模块可接受1-7个通道的传感器(热电偶 TC--Thermocouple)模拟量输入,物理连接呈星型结构^[4]。图1中计算机A是监控主机,计算机B是主机的热备份机,它平时用于数据的备份,在计算机A一旦出现问题时,计算机B便立刻切换为监控主机。计算机A、B之间通过两个网卡 TE2000(或 UM9008)和一定长度的同轴细缆进行通讯连接。

3. 远程现场模块和现场总线技术

3.1 远程现场模块

本系统采用 IAS-8000远程现场模块,该远程现场模块由复旦大学和上海华明智能仪器公司共同研制,采用 MOTOROLA 公司的单片机,其主要功能是信号放大、A/D 转换、数字滤波、非线性校正、参数设置以及数据传输等功能。

IAS-8000远程现场模块的主要指标如表1所示。

表1 IAS-8000远程现场模块的技术参数

参 数	指 标
输入类型	K 型热电偶
输入范围	0-820℃
通道数	8
采样速率	10点/秒
精度	±0.08%
零漂	±0.3μV/℃
最大通讯距离	1200米
最大连接站点	256
数据传输速率	9600bps
电源	9~15 V, DC
功耗	1.2W

3.2 主机与远程现场模块之间的通讯协议

参照网络通讯开放系统互连模型 OSI (—Open System Interconnection model)^[4],本系统使用了 OSI 模型中的物理层、数据链路层的通讯协议以及其它层的部分协议功能。

(1)物理层 主机与远程现场智能模块之间通过 EIA RS-485接口进行通讯,传输介质为每英寸3-4绞的双绞线,这种双绞线的数据传输速率可达100Mbps,本系统实际使用数据传输速率为9600bps。远程现场模块与主机的物理连接是总线型(bus type)结构,采用半双工通讯方式。

(2)数据链路层 数据链路层主要负责信息的分帧、寻址、流控制、校验以及传输线的访问控制等,规定主站(主机)可与每个从站(智能现场模块)通

讯,从站只与主站通讯。在本系统中的帧结构如表2。

表2 通讯帧的结构

标志 序列	目的 地址	源地 址	控制 字段	信息 字段	帧校验 序列	标志 序列
01111110	8 bit	8 bit	8 bit	any	16 bit	01111110

3.3 远程现场模块的监测和维护

(1)参数设置 本系统远程现场模块的8个通道每个都有最大工程量、最小工程量、满量程增益系数和零位迁移量等4个参数供软件编程进行设置。

(2)远程现场模块的监测

正常状态:可控键显示模块各通道的温度图。

报警状态:可控键显示模块自诊断报警或断偶报警信息。

休克状态:表示该模块通讯受阻,提醒维修人员检查修复或更换。

(3)远程现场模块的再生 如远程现场模块在运行中因发生故障而需要更换,则在更换模块后必须进行再生操作,即在系统对新模块设定一个系统认可的逻辑地址,系统对其自动进行有关的连接进网初始化工作,从而接纳新模块入网运行。

(4)采样中断数据的修复 若实时采集数据由于某种特殊原因产生中断,可依据各温度传感器输出数据在时间上和炉体空间上的相关性,以及温度变化符合非突变性函数的特点,对丢失的数据自动进行合理修补^[4],考虑到系统的实时性,要求修补插值方法的计算量尽量少,所以本系统所采用的插值公式如下:

$$f(t_{m+i}) = f(t_m) + \frac{f(t_n) - f(t_m)}{n-m} \times i \quad (1)$$

其中 $f(t_m)$ 、 $f(t_n)$ 分别为某通道中断前后的有效采样值, $n-m$ 为被中断的采样点数, i 为本次被中断的采样点序号, $i=1, 2, \dots, n-m$ 。其中 $(n-m) > 0$ 。

4. 数据处理

本系统将一个80天工艺过程中301个热电偶的全部连续采样数据以及通过人机界面键入的各类工艺参数^[5]存于一个动态数据库中,系统采样周期为3分钟。本系统数据处理的任务如下:

- (1)生成原始采样数据库。
- (2)产生用于实时填表和绘图所需的各种数据。
- (3)产生温度越界和断偶报警信息。
- (4)产生各类即时统计数据。
- (5)由历史数据生成各类图形或统计报表。

本系统的主要统计数据所用到的计算公式如下:

$$n \text{ 个测点的样本均值: } \bar{T} = \left(\sum_{i=m}^{m+n} T_i \right) / n \quad (2)$$

选项均值:

$$A = [(\sum_{j=m}^{n+m} T_j) / n + (\sum_{j=n}^{n+m} T_j) / v] / 2 \quad (3)$$

采样数据标准差:

$$\delta = \sqrt{\sum_{j=m}^{n+m} (T_j - \bar{T})^2 / n} \quad (4)$$

正向允许范围:

$$\xi_1 = \bar{T} + k\delta \quad (5)$$

负向允许范围:

$$\xi_2 = \bar{T} - k\delta \quad (6)$$

数据升降斜率:

$$\eta = (T_i - T_j) / |i - j| \quad (7)$$

其中 m, n, i, j, k, u, v 为正整数, 并且 $m < n, u < v, i < j, T_i, T_j$ 为采样数据。

另外还有全局最大值、全局最小值、局部最大值、局部最小值、超界数据个数、报警级别等统计数据, 还有一些焦炉烘炉专业领域的专用统计数据等。

图2是焦炉某纵向切面九个测点温度分布示意图。

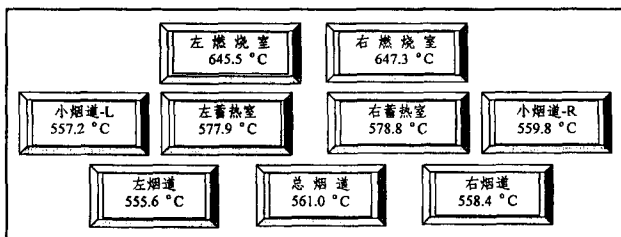


图2 焦炉某纵向切面测点温度分布图

结束语 本文所介绍的基于多传感器的现场总线技术的设计思想与方法已在某大型钢铁企业的焦炉烘炉监控系统中得到了成功的应用, 先后对三个大型现代化炼焦炉进行了成功的烘炉, 在每个烘炉过程80天左右的时间里, 都能连续稳定可靠地运行。本文所介绍的设计思想对远距离多测点多传感器监控系统具有积极的借鉴意义。

参加本项研究的还有江杰, 王宗彩, 孙殿迟, 金锦良, 虞明, 张向东, 孙旭峰, 王玮, 姚剑, 马秉瑞, 刘

瑞凤等同志。

参考文献

- 1 Xianhui Yang. The Field Bus Technology and Its Application. The Press of Tsinghua University, 1999
- 2 The Proceeding on Seminar of DCS Application Technology and Field Bus, 1997. 11
- 3 Forouzan B. Introduction to Data communications & Networks. McGraw Hill, 2nd Edition, 1997. 21~57
- 4 贺才兴. 大学数学手册. 上海交通大学出版社, 2000. 460~471
- 5 刘其真, 等. 一个大型实时数据自动检测系统图形界面的设计. 计算机工程及应用, 1999, 35(7): 51~53

(上接第98页)

(1)系统初始化. 设置图形运行环境, 提供能够选择飞行体型号、显示地域、天气气候的交互界面, 初始化各类参数。

(2)三维模型载入. 读取三维场景和飞行体模型文件, 根据其图形数据建立各类显示列表。

(3)天空背景生成. 构造二维平面, 读取相应的纹理图像文件。

(4)帧循环. 获得经滤波处理的飞行体运动数据参数, 并根据这些参数计算出天空背景纹理移动的速度, 同时对数据进行坐标变换, 由所得到的数据控制场景中的飞行体模型。接着对整个场景进行渲染。这样就完成了本次循环。考虑到系统实时性要求, 帧时间信号应由硬件中断来产生, 通过对时间硬件中断的响应来驱动帧循环, 以保证系统显示与整个系统的同步。由于在三维图形显示中, 速度与场景的复杂程度、系统硬件性能密切相关, 因此可以采用为同

一个纹理指定多幅图像的多重纹理技术, 适当缓解实时性和动画连续性的矛盾。

结论 飞行体实时飞行显示系统可以模拟显示飞行体飞行全过程。实时显示天空、海面、远山、道路、树林包括实时飞行的飞行体在内的视觉环境。目前该系统已用于导弹试验实时测控系统中, 并取得了良好的效果。系统在实时运行的时候还可以对所需要的数据存储, 利用存储数据又能够事后回放。系统在物理信息可视化方面做了些尝试, 对其它各类仿真也有一定的适用性, 并可用于城市规划的三维可视化、飞行体试验控制及现场决策等领域。

参考文献

- 1 苏虎, 周美玉. 面向对象的实时三维视景仿真系统的实现. 计算机工程与应用, 2002, 38(6)
- 2 吕建峰, 刘定生, 焦伟利, 李国庆. DEM生成算法研究. 中国图形学报, 2002. 5
- 3 彭晓明, 王坚. OpenGL 深入编程与实例揭秘. 北京: 人民邮电出版社, 1999