

# 基于集中式智能控制系统上位机数据采集算法

李跃新, 杨 岗

(湖北大学 计算机与信息工程学院, 武汉 460064)

**摘要:** 将集中式智能控制系统常用的二层结构改进为智能化的三层结构的设计方案, 即传感器、智能巡检仪和上位机; 上位机既可以直接读取传感器的数据也可读取智能巡检仪的数据, 通过一定的通讯方式与 PLC 执行计算机连接, 读取数据, 分析计算, 并像执行的计算机发出指令的设备; 此方案较好地解决了二层结构所出现的问题, 并且也适合较大规模的其它类型的控制系统; 这种设计方案存在当规模大时上位机采集数据出现丢失的现象; 文章提出了利用数据库的历史数据及控制曲线的线性特征数据采集算法, 较好地解决了数据丢失的问题; 并以温控系统为例仿真了在较大规模控制环境下的试验结果, 已经研制出相应的产品并应用于实际的工业生产和教学实验中。

**关键词:** 温控器; 智能巡检仪; 上位机; 数据采集

## Date Collecting for Upper Computer Based on Centralized Intelligent Control Sgstem

Li Yuexin, Yang Gang

(School of Computer and Information Engineering, Hubei University, Wuhan 460064, China)

**Abstract:** The three layer structure of the improved design scheme of centralized intelligent control system are used instead of two layer structure, i. e., the intelligent sensor, intelligent measuring instrument and computer. The computer can directly read sensor data, can also be accessed intelligent measuring instrument data, through a certain means of communication with PLC computer connection, read data, analysis, and performs like a computer instruction equipment. This scheme solves the problems of two layer structure, and is also suitable for other types of control system of large scale. This design scheme has appear data acquisition lost phenomenon. This paper presents linear characteristic data acquisition algorithm based on historical data and control curve database, solves the problem of missing data. And the temperature control system as an example of simulation in the test results under the environment of the large scale control, has developed the corresponding product and applied in the actual industrial production and teaching experiment.

**Keywords:** thermostat; intelligent logging device; upper computer; data collection

## 0 引言

“智能化集中式控制系统”的硬件系统结构如图 1 所示, 最上层称为上位机, 是系统的中枢, 所有的控制、输入和输出在此完成; 中层为巡检仪, 最多可接 80 台, 巡检仪完成工艺温度曲线的下发、基表数据采集、基表初始化和基表控制; 最下一层为基表(传感器或温度控制器), 每台巡检仪最多可接 80 基表台, 若为温控器将完成升温、降温、恒温、与巡检仪通讯和报警等功能, 若为其他传感器将采集数据、发送控制指令、与巡检仪通讯和报警等功能。

因“智能化集中式控制系统”可管理的控制点理论值是  $80 \times 80$ , 即系统中巡检仪的上限是 80, 每个巡检仪所接控制点基表上限值也是 80, 这样系统基表数的上限 6 400。巡检仪按 1 ms、10 ms、100 ms 和 1 s 采集数据一次, 采集周期上限值分别为 6.4 s、64 s、640 s 和 6 400 s。例如在温控系统中, 在温控精度要求不十分高的情况下, 多数采用 100 毫秒和 1 秒采集数据一次, 这时采集周期上限值约分别为 11 分钟和 110 分钟。在实际的工业生产或实验中, 在这样的时间段内温度已经发生变化, 采集的数据将是不连续的, 绘制的温度曲线会是断断续续的。也就是说按照温控点理论最大值上位机采集数据

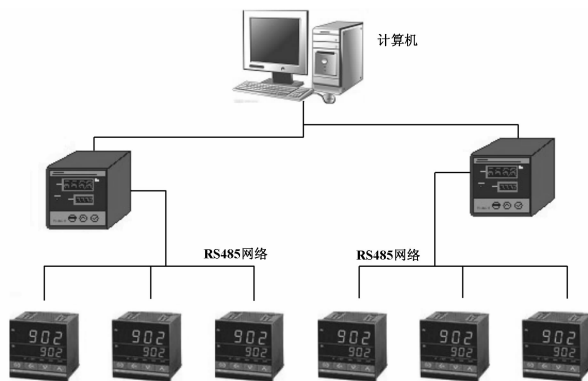


图 1 智能化集中式温控系统结构

时, 会出现丢失数据的可能, 如表 1 所示。

1) 由于环境干扰等情况巡检仪发给上位机的数据是错误的, 上位机将丢掉该数据;

2) 由于控制点过多, 上位机的采集周期错过, 巡检仪已经将采集到的上周期数据用新数据覆盖, 读不到原数据造成数据丢失, 严重时产生恶性循环。

本文提出了数据采样补偿算法, 其目的是使用计算的方法要将丢失的采集点的数据补充起来, 使得系统在绘制实时控制变化曲线时保持数据的完整性, 同时将此数据补充到数据库中, 保证实验或现场的历史数据完整。并以较大规模温控系统为例, 在仿真的实验环境下检测和验证了所提出的补偿算法。

收稿日期: 2014-07-27; 修回日期: 2014-10-10。

基金项目: 湖北省国际交流与合作项目(2012HA0140)。

作者简介: 李跃新(1958-), 男, 湖北武汉人, 博士, 副教授, 主要从事知识工程智能系统和高性能办法方向的研究。

表 1 数据采集周期 (以控制点上限 6400 为例)

采集间隔/ms	1	10	100	1000
巡检仪采集周期/ms	80	800	8000	80000
上位机采集周期/s	6.4	64	640	6400
结果	正常	正常	丢失	丢失

### 1 设计原理

为了论述简洁明确, 一下以温控系统为例, 其它控制系统原理相似。

在温控系统中, 约定每隔 1 min 就要了解一次基表 (温控器) 的温度变化, 时间间隔约为 100 ms 那么在采集周期上限值为 11 min, 每个巡检仪所连接的基表分别就丢失了约 10 个数据。对这 10 个数据可通过如下的几个公式计算得到补偿。为简单化, 算法描述中基表的个数取 [60, 6 400] 区间的上限或下限, 即 60 或 6 400。

1) 线性方程法: 设  $x$  为时间,  $y$  为基表的温度值, 这样温度曲线的任意一段的直线方程为:

$$Y = (y_2 - y_1)/(x_2 - x_1)X + (y_1x_2 - y_2x_1)/(x_2 - x_1) \quad (1)$$

其中:  $x_1$  和  $x_2$  为温度曲线某段的起始和终止时间,  $y_1$  和  $y_2$  为该曲线起始和终止的温度值。

2) 历史数据参照法: 设  $U_{ji}$  为丢失温度数据值,  $V_{ji}$  数据库中相同编号的巡检仪  $j$  和相同基表号  $i$  在同一设定温度曲线、同一温控段、同一时刻的温度值;  $\sum V_{ji}(t=1 \dots n)$  为  $n$  个历史数据之和;  $Y_{ji}$  为同一基表根据设定温度曲线值即公式 (1) 计算的值, 则  $U_{ji}$  为公式 (2) 或 (3)

$$U_{ji} = \text{Min}\{(Y_{ji} - V_{ji})_1^2, (Y_{ji} - V_{ji})_2^2, (Y_{ji} - V_{ji})_3^2 \dots (Y_{ji} - V_{ji})_{n-1}^2, (Y_{ji} - V_{ji})_n^2\} \quad (2)$$

$$U_{ji} = \sum V_{ji}/n \quad (3)$$

3) 简化的系统工作流程如图 2 所示。

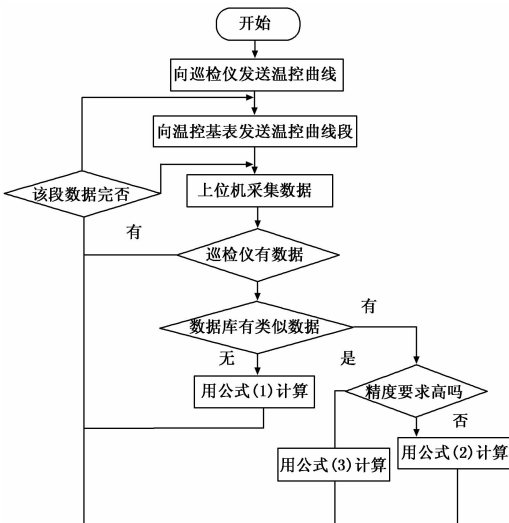


图 2 工作流程

### 2 算法设计

算法描述 (statistics temperature data fitting algorithm)。

1) 补偿温控数据采集算法的伪 C 语言描述如下所示, 其中  $60 \leq \text{ThermostatNum} \leq 6\ 400$  为温控器编号,  $1 \leq j \leq 80$  为巡检仪编号,  $1 \leq i \leq 80$  为巡检仪上连接的温控器编号,  $U$  为

计算补偿值, 向量  $V_{ji}[n]$  为温控器  $ji$  的此前的相同的工艺温控曲线的同一个时间点的  $n$  个不同值。

```

STEDAFA(int ThermostatNum, int j, int i)
{ float Vji[n], U, Y;
  Int n;
  If ThermostatNum < 80 then return; /算法结束
  Else
  If ThermostatNum > 6400 then
  { infobox("Exceeding the upper limit!")
  return /算法结束
  }
  Open database;
  Linking database;
  If database == not empty then
  {
  Vji[1], ..., Vji[n] = Read_database(j, i); /以巡检仪号 j 和基表号
  i 为查询索引, 基表 ThermostatNum 的全部历史数据, 设有 n 个值
  If 精度要求不高 then
  U = Σ Vji[1-n] / n /用公式(3)计算
  Else
  U = Findmin(V[1], ..., V[n], Y); /用公式(2)计算
  }
  Else
  Calculate U = f(x); /根据设置的曲线 f(x) 计算 y, 即用公式 (1)
  Return U;
  }
    
```

2) 上位机数据采集算法:

数据采集算法是指系统的上位机按照规定的取样周期读取巡检仪存储器中某基表的实时温度值, 当巡检仪无数据发送或发送的数据有错误时调用 STEDAFA 算法。其工作流程如图 3 所示, 程序的 C 语言代码下所示, ThermostatNumd、j、i 的含义和与 STEDAFA () 相同, U 为采集值或计算补偿值, m 为丢失数据的个数, num 为循环控制变量。

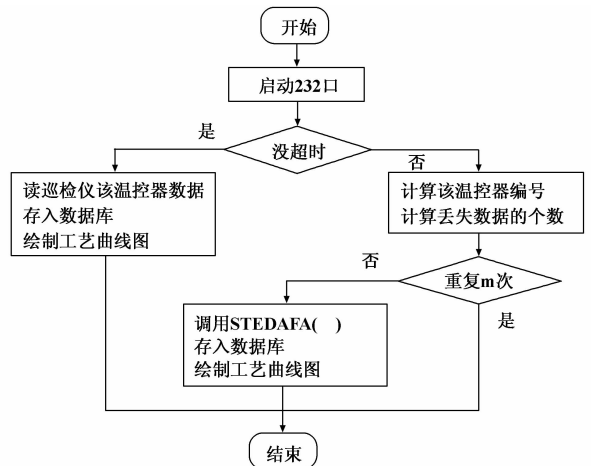


图 3 上位机数据采集流程

数据采集算法 (Temperature Data Collecting Algorithm)

```

TDCA(int j, int i)
{ float U;
  Int n, ThermostatNum, m, num;
  Start port 232; /启动串口
  If 当前时刻在采样周期内 then
  {
  U = Read-Inspection(j, i); /读巡检仪 J 上的 I 号基表温度数据
  If U is not empty or U not exists Error then
    
```

```

{
Send—database(x); /发送至数据库
Send—Mapping(X); /发送至温度曲线绘制函数,并启动绘图过程
}
}
else {
Calculate n with j, I; /根据 j 和 i 计算温控器在系统中的编号 n
n→ThermostatNum;
Calculate m; /计算 m
While num≤m
{
Call STEDAF(A(int ThermostatNum, j, i)→U; /调用补偿算法
Send—database(U); /发送至数据库
Send—Mapping(U); /发送至温度曲线绘制函数,并启动绘图过程
+ num;
}
}
}
}

```

### 3 实验结果与分析

#### 1) 性能对比:

根据本文提出的算法,完成了智能化集中温度控制系统软件和硬件的设计和实施。许多大学实验室和若干家企业购买了系统,经试反复使用后,得出了他们的结论。请参见表 2。

表 2 性能对比

未采用补偿算法的系统				采用补偿算法的系统			
准确度	规模化	可靠性	满意度	准确度	规模化	可靠性	满意度
一般	差	好	60%	很好	很好	好	90%

#### 2) 工艺曲线对比:

图 4 是实验对比的工艺曲线。其实验条件是按照表 3 给出的仿真环境。上位机每 1 分钟要读取 1 次巡检仪数据。每个巡检仪接 80 台温控器。

表 3 实验环境

参数	设备/数量	上位机	巡检仪	温控器
		1 台	10 台	800 台
采样间隔		1 s	100 ms	1 ms
采样周期/ms		6 000	8 000	80
上位机实际用时		600 000 ms	(丢数据)	

由于采用了本文提出的改进算法后,经过多次试验,理想工艺曲线、丢失数据后的工艺曲线以及采用本算法后的工艺曲线对比如图 4 所示。很显然,采用本算法后把丢失的数据补充起来了,工艺曲线显得比较完整。

#### 3) 价格对比

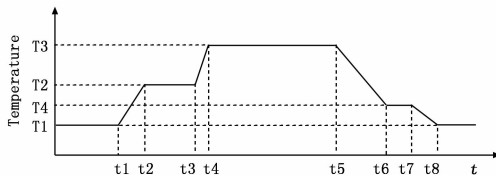
为了能正确的比较不同规模的系统,假设系统的温控器规模分别为 160 台、640 台、1280 台和 2560 台,硬件设备按照市场中价格,使用了采用补偿算法的系统和未采用补偿算法的系统的价格对比,此结果如表 4 所示。

### 4 结束语

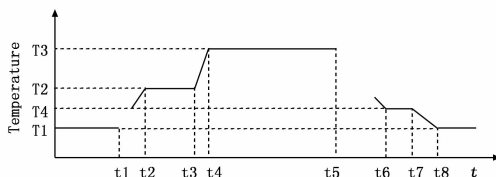
将集中式温控系统常用的结构二层结构改进为智能化的三层结构的设计方案,即温控器、智能巡检仪和上位机。上位机既可以直接读取温控器的数据也可读取智能巡检仪的数据。此方案较好地解决了二层结构所出现的问题,并且也适合较大规模的其它类型的控制系统。这种设计方案存在当规模大时上位

表 4 价格对比

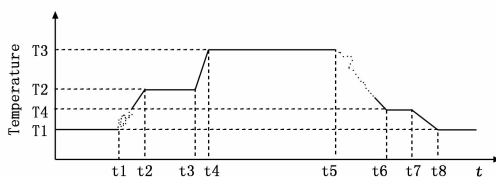
未采用补偿算法的系统				采用补偿算法的系统			
160 台	640 台	1280 台	2560 台	160 台	640 台	1280 台	2560 台
33	132	264	528	下降 15%	下降 22%	下降 31.5%	下降 38%



(a) 理想工艺曲线



(b) 丢失了数据的工艺曲线



(c) 采用了补偿算法后的工艺曲线

图 4 工艺曲线对比

机采集数据出现丢失现象。本文提出了利用数据库的历史数据及温度曲线的线性特征改善数据采集的算法,较好地解决了数据丢失的问题。论文提出的算法已经申请了中华人民共和国国家发明专利,并且已经成功地用于集中式温度控制系统的产品。

#### 参考文献:

[1] Magdalena O, Monika B. PID Controllers of Industry System Simatic [A]. 7th International Scientific Technical Conference – Process Control 2006 June [C]. 2006, Kouty nad Desnou, Czech Republic.

[2] Gibler J, Schmid M. Vom Prozeb zur Regelung. Analyse Realisierung in der Praxis. Siemens AG [M]. 2008, ISBN 3 – 8009 – 1551–0.

[3] Jaszczak S, Koodziejczyk J. A Method of Fast Application of the Fuzzy PID Algorithm Using Industrial Control Device [M]. Springer Berlin Heidelberg, 2011, ISBN 978–3–642–29346–7.

[4] Zaidner G, Korotkin S. Non Linear PID and its application in Process Control [A]. 2010 IEEE 26th Convention of Electrical and Electronics Engineers [C]. Israel, 574 – 677.

[5] Han J. From PID to Active Disturbance Rejection Control [J], IEEE Transaction on Industrial Electronics, 2009, 56 (3): 432 – 438.

[6] 宋智翌, 郁其祥. 双曲线及抛物线规约设计 [J]. 机械设计与制造, 2003 (4): 11 – 13.

[7] 杨征瑞, 许可新. 基于神经网络的温、湿度控制系统辨识 [J]. 电工技术学报, 2004 (10): 91 – 94.

[8] 杨启伟, 陈以. 常用温度控制法的对比 [J], 兵工自动化, 2005 (6): 91 – 94.

[9] 荣雅君, 窦春霞, 袁石文. 过热蒸汽模糊神经网络预测控制器的设计 [J], 中国电机工程学报, 2008 (1): 177 – 180.

[10] 陈静, 王永骥. 基于单神经元自适应 PID 控制的温控系统研究 [J], 计算技术与自动化, 2006 (1): 20 – 22.