

# 钻杆热处理温度监测系统设计

汪 鹏<sup>1</sup>, 谢莉莉<sup>2</sup>, 陈 丽<sup>3</sup>, 耿恒山<sup>1</sup>

(1. 河北工业大学计算机科学与软件学院, 天津 300130; 2. 天津职业大学电子信息工程学院, 天津 300410;

3. 河北工程大学信息与电气工程学院, 邯郸 056038)

**摘 要:** 介绍一种用 Delphi 开发的上位机温度采集显示系统。该系统弥补了传统的钻杆热处理控制系统只能显示实时温度, 无法保存温度变化过程的缺点。为进一步分析钻杆热处理过程提供详尽的信息, 保证了钻杆的质量。该文对钻杆热处理过程进行阐述, 并就热处理过程状态转换、无效启动、温度采集、温度信息保存的方法以及查询方法等关键问题进行介绍。

**关键词:** 钻杆热处理; 温度采集; Delphi 工具; 温度变化曲线

## Design of Drill Pipe Heat Treatment Temperature Monitor System

WANG Peng<sup>1</sup>, XIE Li-li<sup>2</sup>, CHEN Li<sup>3</sup>, GENG Heng-shan<sup>1</sup>

(1. School of Computer Science and Software, Hebei University of Technology, Tianjin 300130;

2. School of Electronic and Information Engineering, Tianjin Professional College, Tianjin 300410;

3. School of Information & Electronic Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038)

**【Abstract】** This paper introduces a temperature collect and display system on up-machine developed by Delphi. The system makes up of shortcomings that traditional drill pipe heat treatment control system can only show timely temperature and temperature changes can not be preserved. The method can provide detailed information for further analysis of drill pipe heat treatment process and ensure the quality of drill pipe. The article expounds the drill pipe heat treatment process and then explain some key issues including status changes, invalidate startup, temperature collect, temperature information store and query.

**【Key words】** drill pipe heat treatment; temperature collection; Delphi tools; temperature changing curve

### 1 概述

在工业生产中, 往往需要经特殊加工的零件。如果用计算机以及编制相应的控制系统对零件的加工过程进行自动控制<sup>[1]</sup>, 则可以保证零件的质量, 减少资源的消耗。油田钻井行业中使用的钻头要求有相当的韧性和耐磨损度, 它的加工主要包括淬火和回火 2 个热处理过程, 为了保证钻头的质量, 这 2 个过程的时间以及各个时间点的温度都要进行控制。如果由人工来完成, 操作繁杂、工作量大, 很难保证温度能够控制在工艺规定的范围内, 无法实现对已生产钻杆的加工过程进行检验。

针对以上人工控制的缺点, 笔者设计了钻杆加工热处理过程自动控制系统, 该系统使用 PLC 对钻杆热处理过程进行控制, 能根据当前零件的温度自动控制零件的加热过程, 保证热处理在工艺要求的范围内完成; 在上位机上编制温度采集系统, 能采集现场实时温度; 在屏幕上绘制温度变化曲线, 能区分淬火与回火过程; 当一钻头经历完一完整的热处理过程(淬火和回火)后, 系统能自动记录该钻头的型号、编号、加工时间、操作人、检验人等相关信息, 存入数据库; 用户可根据多种条件查询钻杆信息, 调出特定钻杆热处理过程温度曲线, 并打印检验报告。

Boland 公司出产的 Delphi 软件是当前应用于数据库开发、工业控制等领域的一款非常出色的软件<sup>[2]</sup>, 它具有简单易操作的可视化编程界面、丰富的控件资源以及强大的类库。在本系统中使用 Delphi 设计上位机温度采集系统。

### 2 上位机温度采集系统实现

#### 2.1 温度采集系统连接图

如图 1 所示, 采用 PLC 控制加热线圈的温度, 2 个线圈分别对同一钻杆的前侧和后侧加热。

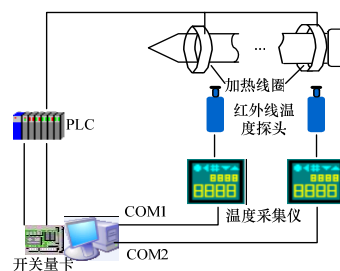


图 1 温度采集系统连接图

2 个红外线探头可将采集到的温度转化成 4 mA~20 mA 电流信号并传送给温度采集仪。温度采集仪通过串口<sup>[3-4]</sup>与上位工控机相连, 在工控机上编制的温度采集系统通过串口向温度采集仪发送采集温度命令字符串, 温度采集仪收到命令后即可将采集到的 4 mA~20 mA 电流信号转换成一定格式的温度值, 并组成字符串应答上位机采集温度的命令。

**作者简介:** 汪 鹏(1978—), 男, 讲师、博士研究生, 主研方向: 工业控制, 计算机应用; 谢莉莉, 讲师、硕士研究生; 陈 丽, 助教; 耿恒山, 教授

**收稿日期:** 2008-06-22 **E-mail:** wangpeng1027@126.com

系统的整个工作过程如下：

(1)一个钻杆的热处理过程包括淬火和回火 2 个过程，淬火过程时间为 3 min，温度控制在  $850^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ ；回火过程时间为 3 min，温度控制在  $600^{\circ}\text{C}\pm 20^{\circ}\text{C}$ 。

(2)操作员按下工作台上的淬火开始按钮，PLC 采集到该信号后开始控制加热线圈工作，同时向上位机发送淬火开始的开关量信号。该信号由装在上位机的开关量卡采集，此时温度采集系统开始每秒钟采集一次钻杆前后侧的温度，并将温度变化画成曲线。

(3)3 min 后，PLC 自动停止淬火过程，并启动喷雾装置进行降温，一段时间后 PLC 自动控制回火过程开始，该信号同样被上位机识别，温度采集系统开始通过串口与温度仪通信以获得温度，同时画出回火过程温度变化曲线。

(4)回火过程结束，温度采集系统将钻杆的加工信息以及热处理过程存入数据库，工作人员能随时进行查询，并显示和打印钻杆热处理过程温度曲线。

## 2.2 系统工作界面

系统工作界面如图 2 所示。该界面监视现场工作过程，页面结构包括：产品信息提交区域，工作现场区域，控制开关，状态栏 4 个区域。

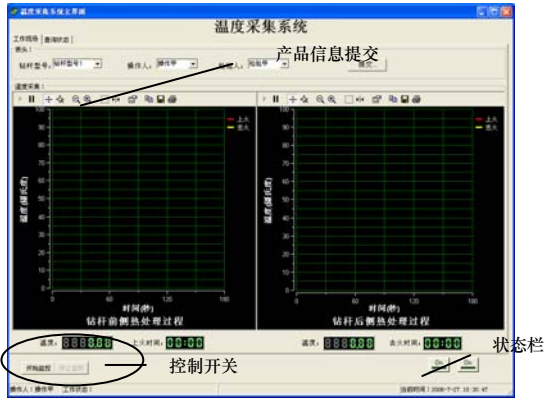


图 2 温度采集界面

4 个区域的功能如下：

(1)产品信息提交区域：可选择输入将要加工的钻头型号、操作员姓名和检验人姓名。

(2)工作现场区域：该区域左半部分为钻杆公头热处理过程温度/时间记录图，右半部分为钻杆母头热处理过程温度/时间记录图。横轴为时间(单位：s)，纵轴为温度(单位： $^{\circ}\text{C}$ )。该区域可通过鼠标拖动实现区域移动、局部缩放等功能。

(3)控制开关区域：该区域有“开始监控”和“停止监控”2 个按钮，用来控制软件是否采集数据。

(4)状态栏：显示当前工作状态。

## 2.3 温度曲线显示过程流程图

温度采集系统要将一个钻杆的热处理过程(淬火与回火)看成一个整体，以便于钻杆热处理过程的数据库存储。考虑到这个因素，钻杆的淬火和回火不再是独立的过程，需要根据当前热处理过程的状态进行处理。

将一个钻杆的完整热处理过程分为 4 个状态：状态 1 表示钻杆还未开始淬火；状态 2 表示钻杆正处于淬火过程；状态 3 表示淬火和回火过程之间的喷雾降温状态；状态 4 表示钻杆处于回火过程。如图 3 所示，a, b, c, d 4 个时间点是相邻 2 个状态的切换点，也是上位机温度采集系统软件编程时应识别的重要标志。

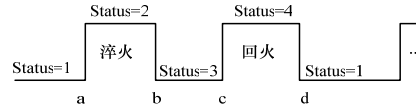


图 3 系统状态图

系统使用了 3 个定时器：Timer1, Timer2, Timer3。Timer1 用来采集热处理状态的开关量，触发时间是 10 ms；Timer2, Timer3 分别用来定时采集淬火过程钻杆两端温度和回火状态两端温度。Timer1 执行的程序流程如图 4 所示，以状态图中的 a 点为例，程序首先采集开关量卡的状态，如果淬火开关闭合，再判断当前系统状态。若 Status=1，则说明系统刚刚进入淬火过程，系统会初始化各参数，清空温度曲线，启动 Timer2 进入淬火热处理过程，其他状态处理类似。图 4 中的 a, b, c, d 4 个点与图 3 中的 a, b, c, d 一一对应。温度采集的过程即是系统与温度采集仪通信的过程。

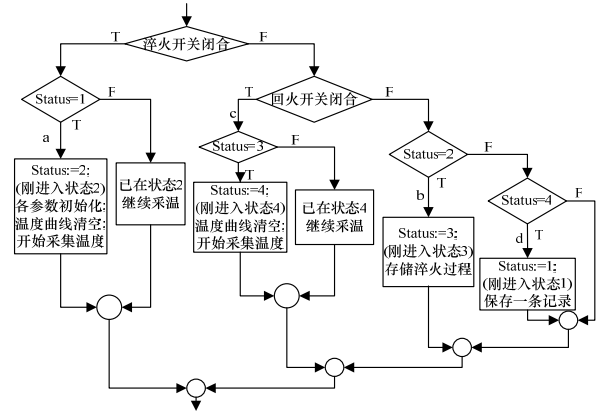


图 4 状态转换控制流程

## 2.4 无效启动

上位机系统将淬火和回火过程看成一个完整且连续的过程，因为系统只有采集到一个完整的过程才能将一条生产记录保存在数据库中。然而，实际工作中往往中频加热器无法一次启动，上位机采集到无效的启动信号后即开始进入淬火状态，很短的时间后淬火过程结束，只能等待回火过程开始信号，上述过程是错误的。为了避免出现无效启动，笔者没有修改 PLC 程序，而是在上位机中增加了“无效启动滤去”功能。

可以想象，当发生无效启动时，系统应处于 b 点。在 a 点处理过程中记录淬火过程起始时间 starttime，然后对流程图 4 中 b 点处理过程进行修改：记录 b 点时间 endtime，如 endtime-starttime<60 s，说明淬火时间过短，该过程应该滤去，系统状态应回到 start=1。否则系统结束淬火过程，等待回火过程开始信号。

## 2.5 温度采集

系统中使用了两路红外线温度采集头和温度巡检仪。红外线温度采集头将采集到的温度转换为 4 mA~20 mA 信号传给温度巡检仪，温度巡检仪将该信号转换为温度值( $400^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ )，通过串口与上位机进行通信(钻杆前侧使用 COM1，后侧使用 COM2)。

上位机系统中若 Timer2(或 Timer3)被启动，上位机将向温度巡检仪发送温度采集请求信号，格式为：“#”+“01”(温度巡检仪编号)+回车。巡检仪收到后将温度以字符串格式发给上位机，应答格式为：“=+0800.@”(800 $^{\circ}\text{C}$ )。上位机得到温度后便可绘制温度曲线。

Delphi 中提供了一个绘图控件 Tchart(Additional 选项中),也可以使用第三方控件 iPlot,该控件提供的绘图方法主要有:

```
iPlot1.ClearAllData;//清空图形上所有数据
iPlot1.Channel[0].AddXY(x,y);//绘制点(x,y),并于前点连接
将采集到的温度进行适当转化即可用该控件绘制。
```

## 2.6 数据库实现部分

笔者使用 Access 数据库,主要表格是 Products,具体格式如表 1 所示。Delphi 与数据库连接采用 ODBC 方式。

表 1 Products 字段属性

字段名	类型	说明
ID	整型(自动编号)	钻杆编号
Time1	日期/时间	生产日期时间
Type1	文本	钻杆型号
TestPeople1	文本	验收人姓名
TestPeople2	文本	操作人姓名
Up_L	Demo	钻杆左端淬火记录
Up_R	Demo	钻杆右端淬火记录
Down_L	Demo	钻杆左端回火记录
Down_R	Demo	钻杆右端回火记录
Up_Counter	整型	淬火过程采集点数
Down_Counter	整型	回火过程采集点数

系统数据库部分的主要任务是:将采集到的温度转换成字符串格式,存入数据库;用户可以根据编号时间等关键字检索产品热处理过程。

### (1)保存数据

系统每隔 1 s 采集一次温度,淬火和回火过程最多需要 180 s,因此 Up\_L, Up\_R, Down\_L 和 Down\_R 最多为 180 个

单位数据,将采集到的温度格式转化成字符串,以淬火过程钻杆左端为例:

```
S="849.00; 850.00; 859.00; 846.00; 854.00; ... ; 859.00;"
```

采集点实际个数存放在 Up\_Counter 中。其他过程相同。

如图 4 所示,当系统检测到淬火开关和回火开关均处于断开状态,且 Status=4(前一时刻还处于回火过程)时,表明一根钻杆刚刚处理完毕,系统自动将钻杆编号、型号以及温度记录字符串(详见表 1)等内容记录到数据库中。

### (2)检索记录

系统提供了按钻杆编号、日期、操作人和验收人以及钻杆型号查询记录的方法,找到记录后将温度字符串进行转化,并用 iPlot 控件画出温度变化过程,打印出检查验收报告。

## 3 结束语

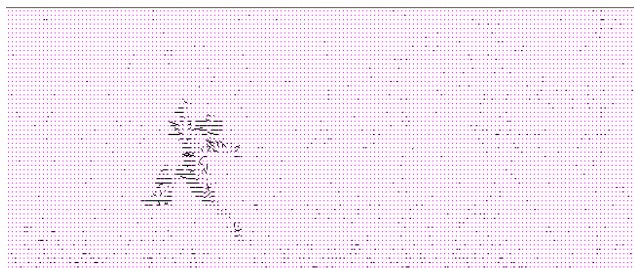
本文提出的系统解决了无效启动问题,使工作更加准确。另外,提出了一种保存温度的方法。本系统具有成本低、实时性强、运行稳定、功能齐全等特点,已经应用于某钻井有限公司,经过近 2 个月的试运行,工作稳定,达到了预期的要求。

### 参考文献

- [1] 王信义,董卫平,朱小燕.生产系统中的监控检测技术[M].北京:北京理工大学出版社,1998.
- [2] 林金霖.Delphi 6 实务经典[M].北京:中国铁道出版社,2002.
- [3] 倪维楨.数据通信原理[M].北京:中国人民大学出版社,2000.
- [4] 耿恒山,刘肃,张军,等.微机原理与接口[M].北京:中国水利水电出版社,2005.

编辑 顾逸斐

(上接第 208 页)



(a)Lucas-Kanade 方法的分割结果



(b)本文方法的去噪效果

图 2 Lucas-Kanade 方法分割结果和本文方法去噪效果

## 4 结束语

光流法对细微干扰非常敏感,而且图像的空间相似性也造成了其他光流场噪声的存在。本文基于奇异点检测的运动

场去噪方法能够利用检测信号局部奇异点的 Lip 指数来度量某点运动矢量发生突变的程度,建立噪声矢量判定准则并消除噪声。实验证明,本文方法可在目标无损的情况下将噪声消除。

### 参考文献

- [1] Horn B K P, Schunck B G. Determining Optical Flow[J]. Artificial Intelligence, 1981, 17(1): 185-203.
- [2] Lucas B D, Kanade T. An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision[C]//Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence. Vancouver, Canada: IEEE Press, 1981.
- [3] Nagel H H. Constrains for the Estimation of Displacement Vector Fields from Image Sequences[C]//Proceedings of IJCAI'83. Karlsruhe, Germany: [s. n.], 1983.
- [4] Terzopoulos D. Regularization of Inverse Visual Problems Involving Discontinuities[J]. IEEE Trans. on PAMI, 1986, 8(4): 413-424.
- [5] Gautama T, Hulle V. A Phase Optical Flow Field Using Spatial Filtering[J]. IEEE Trans. on Neural Networks, 2002, 13(5): 1127-1136.
- [6] Elyes J. Generalized Lipschitz Functions, Nonlinear Analysis[J]. Theory, Methods and Applications, 2000, 41(3/4): 371-382.

编辑 张正兴

