

# 基于实时 QNX 操作系统的温度监控系统的设计与实现

韩 燕,许维胜,吴继伟

(同济大学控制科学与工程系,上海市 200092)

**【摘要】** 针对某钢铁厂钻杆产品温度控制系统的控制要求,基于 QNX 操作系统及 PhAB 编程工具,设计和实现了相应的控制和管理模块,构建了一个适用于实际生产过程的温度监控系统。首先阐述了嵌入式实时操作系统的概念和 QNX 的优点,其次介绍了实现方案所必需的编程环境,最后指出了系统的研究对象,给出了硬件平台和软件系统的实现方案。

**关键词** 温度监控系统, QNX 操作系统, PhAB 编程工具

**中图分类号** TP277

## 0 引言

嵌入式系统一般要求高可靠性以适应恶劣的工业环境,同时,许多应用还要求实时功能。QNX 可以说是当今在实时性能表现最好的嵌入式实时操作系统。QNX 是 QSSI( QNX 软件系统公司)推出的一个实时、微核、基于优先级、消息传递、抢占式多任务、多用户、具有容错能力的分布式网络操作系统。它的实时性主要体现在中断延时和上下文切换延时,对于常用平台,反应都在微秒级,是目前实时性最强的操作系统,满足最苛刻的实时性要求。

QNX 遵照 POSIX 标准设计,全面符合 POSIX 标准,提供完全地址空间保护,同时支持进程和线程两种任务实现方式的操作系统。这保证了基于 QNX 的应用系统稳定、可靠、强壮,并能在线对软件模块随时热插拔。正是由于 QNX 具有很好的实时性、嵌入性、稳定性、可靠性,并且具有可嵌入的图形界面、对称多处理器支持以及速度快、系统安全的特点,所以受到越来越多的用户的青睐。

本文首先介绍了采用 QNX 平台实现控制方案所必需的编程知识,分析了温度控制系统,针对某钢铁厂钻杆产品温度控制系统的控制要求,完成了温度控制系统的硬件平台和软件实现设计方案。

## 1 QNX 的功能

### 1.1 控件介绍

QNX 的 GUI(图形用户界面)称为 Photon。Photon 中有不少控件,其中还有些是专为实时系统设计的,包括常见的按钮控件、文本框控件、整数输入控件、浮点数输入控件、定时器控件等。特别需要注意的是,当使

用浮点数输入控件时,编译的选项与以往不同。因为浮点数控件的函数库放在静态库中,而非动态连接库中,所以编译时要选择 Link static 选项。

### 1.2 PhAB 的使用

在 Photon 下编程主要是使用一个称为 PhAB(Photon Application Builder,简称 AppBuilder)的集成开发环境(Integrated Develop Environment)。

QNX 的 GUI 编程是一种类似于 Visual Basic 的 PME(Property, Method, Event)方式。Property 指将控件的各种数据以属性来表示,并提供方便直观的界面修改;Method 是将控件的各种功能写在方法函数中,并设置触发的条件,当条件满足时方法会自动运行;Event 是指系统中发生的任何事情都以事件来描述。不过 Photon 把事件封装得很好,在通常情况下用户不需要理会,只使用前两项即可完成大多数的应用。当然,在特殊需要时(例如要捕捉鼠标事件),可以编写事件处理程序(Event Handler)来处理。

在 Photon 中,Property 是以资源(Resource)来描述的,Method 则是以一种回调函数(Callback Function)的形式提供,回调函数的意义与 Windows 下的一样,就是并非函数调用系统调用,而是函数等待系统来调用;Event 则还是称为 Event。

在 PhAB 中,可以以直观的方式画出所需的界面。只需要将各种控件拖放到窗口中,改变大小,设置各种属性,写好回调函数,就能做出所需要的界面。PhAB 还提供控件分组管理、设置控件大小和对齐的功能。控制面板中集成了资源管理、回调函数管理、控件树管理和控件链接管理等功能。

### 1.3 资源

Photon 中的资源包罗万象,除了常见的数量型、字符串型、数组型、布尔型和指针型外,还有颜色型、图像型、链接型、动态分配型、标志型、函数型和结构型等。

虽然 PhAB 提供了非常方便的方法来设置控件的初始资源,但是在程序中经常需要临时改变资源或是得到资源的当前值。在这种情况下,需要用到下面两个函数:PtSetResource 和 PtGetResource。

在 PhAB 中,控件设定好名称后,程序中会自动生成两个与此有关的全局变量。举例来说,假如有一个称为 title 的文本框,那么就会有一个 ABN\_title 的变量存放控件 title 的控件名,以及一个 ABW\_title 的指针变量指向 ABN\_title。

PtSetResource 有以下 4 个参数:

- a) 上文提到的以 ABW\_开头的控件实例名指针;
- b) 控件资源常量,在系统中已预先定义好了一系列常量来代表资源,例如 Pt\_ARG\_TEXT\_STRING 代表标签或文本框的文本;
- c) 所要设置的值,如果是数值就写数值,如果是字符串、指针或结构,就写首地址;
- d) 大小,通常设为 0,除非资源是字符串型的,则应设为字符串的长度。举例如下:

```
char buf[ 12 ]=" 温度监控系统 ";
```

```
PtSetResource( ABW_title , Pt_ARG_TEXT_STRING ,buf ,strlcr( buf ));
```

PtGetResource 参数与 PtSetResource 大致相同,只有第 3 个参数即所要设置的值不同。它应该是得到资源当前值以后要存放的变量的地址。例如:

```
int value ;
```

```
PtGetResource( ABW_Progress ,Pt_ARG_GAUGE_VALUE &value 0 );
```

### 1.4 回调函数

至于回调函数,通常一个控件会有 15 种到 20 余种 Callback。最常用的回调函数有:Activate( 点击一次后即被调用)、Changed( 数值改变后被调用)、Modify Notify( 选项改变后被调用)、Windows opening( 打开窗口后被调用)、Windows closing( 关闭窗口前被调用)、Realized( 显现前被调用)、Unrealized( 消隐前被调用)、Destroyed( 销毁前被调用)等。

## 2 温度监控系统设计和实现

### 2.1 系统设计

#### 2.1.1 温度监控系统功能分析

本系统所要监控的对象是某钢铁厂的钻杆焊缝中频加热温度控制系统,其钻杆产品的生产流程为正火加热、高压空气吹冷和回火加热 3 个阶段。其中,正火加热需要 4 min,高压空气吹冷需要 3 min,回火加热需要 12 min。由于现场采取流水线工作,为了提高生产效率,现场有 3 批钢材同时进行加工,因此将最长的回

火加热时间 12 min 作为一个加工周期。根据工艺要求,正火加热结束后必须马上进入高压空气吹冷阶段。所以使正火加热阶段在 12 min 的后 4 min 进行,高压空气吹冷阶段在 12 min 的前 3 min 进行。这 3 个工作阶段的过程如图 1 所示。

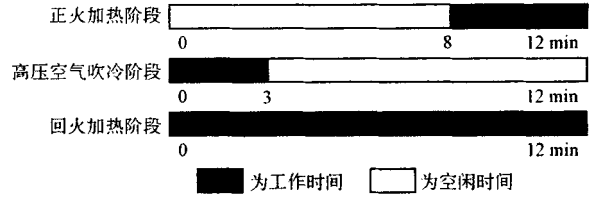


图 1 三个工作阶段具体时间分配

从总体上,用户对该系统有两方面的要求。一是在控制方面,要求实际温度达到设定温度后的一段保温时间内加热温度波动不超过 10℃,控制加热时间尽量少。二是在功能方面,可通过具体用户界面对系统的正火、回火的工艺参数进行设定,在用户界面上显示当前的温度值和温度曲线;将现有的数据(包括工艺参数、温度数据、操作人员情况)进行存储;通过具体日期对上述存储数据进行查询。

#### 2.1.2 温度监控系统设计

本项目整个系统的总体结构如图 2 所示,它是根据功能需求分析构建的。从图中可以看出,温度监控系统可以分为控制和管理两大部分。每一个部分都由一组相互密切协作的进程构成,每一个进程仅完成 1 项或几项任务,其功能、彼此之间的数据接口都经过严格的定义。

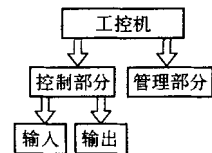


图 2 系统功能框架图

在本项目中采用的是工控机,操作系统采用的是 QNX 实时操作系统,开发语言及开发工具是 PhAB 的集成开发环境。模拟量输入部分使用的是全隔离直流输入/输出模块 ADAM-3014 和 16 通道多功能 DAS 卡 PCL-818HD,模拟量输出部分使用的是隔离两通道 D/A 卡 PCL-728;开关量输入/输出部分使用继电器输出及隔离 D/I 卡 PCL-725,接线端子板为 ADAM-3937、ADAM-3909。

### 2.2 软件设计

#### 2.2.1 控制部分

##### 1) 控制部分系统框架

温度控制部分是该系统的核心部分,主要是由启

动模块、温度控制模块以及结束模块 3 部分组成。其控制部分的逻辑框图如图 3 所示。

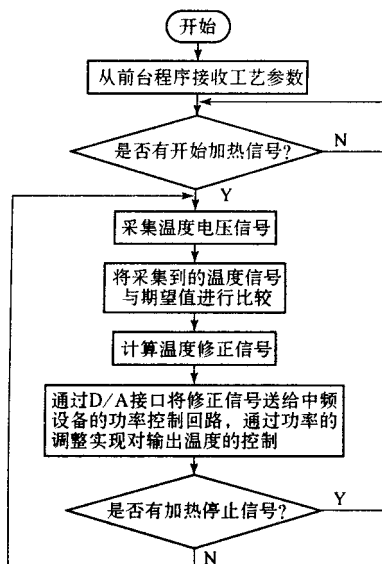


图 3 温度控制部分逻辑框图

## 2) 启动模块设计

通过启动模块判别 12 min 工作周期是否开始, 若没有开始, 就根据开关量输入的通道号设置, 采集启动信号。一旦采集到启动信号, 就置位工作开始标志, 使主界面工作灯变亮; 初始化开关量输出卡 PCL-725 和模拟量输入卡 PCL-818HD; 启动控制模块和工作周期定时器; 并且得到当前时间后打开(或创建)数据文件。(该数据文件用于记录开始工作时的各项工作数据和参数数据。)

## 3) 温度控制模块设计

该模块包括采样输入、算法、控制输出以及数据记录 4 部分。

a) 采样输入: 主要任务是接收模拟量输入卡 PCL-818HD 的数据; 另外, 由于工作环境对数据有所影响, 因此需要对数据进行滤波。在此采用比较简单的取 10 个数据求平均值的滤波处理方法。以正火为例具体采样过程如下:

```
do
    {out8 ( PORT_818HD, 1 );
    //触发 PCL-818HD 启动
    do
        {flag = in8( PORT_818HD + 8 );
        }while( flag&0x10 == 0 );
    //判断 PCL-818HD A/D 转换是否结束
    data_low = in8( PORT_818HD );
    data_high = in8( PORT_818HD + 1 );
    //从 PCL-818HD 读入数据
    }while( ( data_low&15 ) != io_aizchannel ); //判断是否为
```

正火通道数据

b) 算法模块: 采用分段 PID 控制方法。

c) 控制输出: 将算法模块计算得到的数据转化为模拟量, 写入模拟量输出卡 PCL-728。该部分比较简单, 在此不做介绍。

d) 数据记录: 记录采样所得的生产过程正火和回火温度数据, 以便于历史数据查询。采样数据包括每个工作周期正火 240 个数据, 回火 360 个数据。具体格式如下。

```
typedef struct
```

```
{int zdata[ 240 ]; //正火实际采样温度
```

```
int hdata[ 360 ]; //回火实际采样温度
```

```
}datastruct ;
```

## 4) 结束模块设计

结束模块是由工作周期定时器启动的。它主要是做一个工作周期的收尾工作, 包括: 复位工作开始标志, 使主界面工作灯熄灭; 刷新主界面数据; 清空主界面图表; 结束控制模块; 为了安全考虑使得模拟量输出和开关量输出为零; 将该工作周期的记录写入数据文件。

## 2.2.2 管理部分

### 1) 参数设置

设置数据包括 PID 算法的参数、I/O 参数设置(用于设置输入、输出端口)、温度变化系数设置、生产时间以及操作人员和加工钢材的参数等。其中, 根据具体要求, 当 12 min 工作周期开始后 I/O 参数设置便不能更改。与采用数据相同, 将该部分数据写在同一个 struct 中。

### 2) 历史数据查询

数据查询进程的主要任务是根据输入的日期查询历史数据。工作流程步骤如下:

a) 查询输入的日期所在的文件是否存在, 若存在则转步骤 b, 否则提示出错信息, 转步骤 a。

b) 查询文件中与输入时间相符合的记录, 若存在则转步骤 c, 否则转步骤 d。

c) 显示数据和图表, 并计算出温度曲线的加热时间、保温时间和保温段最大、最小温度。转步骤 e。

d) 若输入时间太早, 则显示当天第 1 条记录; 如输入的时间太晚, 则显示当天最后一条记录。转步骤 e。

e) 判断当前显示的记录是否为第 1 条或最后一条记录, 若不是, 则激活查询上一条或下一条记录的功能, 否则禁止查询上一条或下一条记录。

## 2.3 系统实现

系统主界面如图 4 所示。



图4 主界面视图

### 3 结束语

通过生产过程的实际运行,表明本系统具有很好

的稳定性。在 QNX 操作系统中实现的以上温度监控与在 Windows 中的实现相比,前者具有实时性和可靠性高、安全性好的优点,并且对于不同的实例,QNX 操作系统还可以进行裁减,以便提高系统的可靠性。该嵌入式操作系统还可用于其他控制系统中,值得推广应用。

#### 参 考 文 献

- [ 1 ] 喻志虎. UNIX 平台下 C 语言编程. 北京:清华大学出版社 2001
- [ 2 ] 阮戈林 魏. 最新 UNIX 程序设计与编程技巧. 北京:清华大学出版社 2001
- [ 3 ] Dan Hilbrand. QNX System Architecture Whitepaper. QNX Software Systems Ltd 2000

## Design and Realization of a Temperature Control System Based on Real Time QNX

Han Yan , Xu Weisheng , Wu Jiwei

( Tongji University , Shanghai 200092 , China )

**【 Abstract 】** Based on QNX operation system and PhAB programming kit , the corresponding modules of control and management aiming at control requirements of drill product temperature control system in certain steel factory are designed and implemented. Firstly , this paper introduces comprehensively the concept of embedded real-time operation system , especially the advantages of QNX. Secondly , it describes the programming environment for realizing the concept. In the end , it determines the system research object , and suggests the implementation methods of hardware platform and software system.

**Keywords :** temperature control system , QNX operation system , PhAB programming kit

### · 书 讯 ·

### 《微电子机械系统》

姜岩峰, 编著

2006年3月出版 16开

本书讲述了微电子机械系统(MEMS)相关的基础知识、主要工艺和器件结构等方面,对该领域的热点研究问题进行了探讨,主要内容分为五个部分,首先讲述了MEMS的相关力学量测量方法,使读者对力学量方面的知识有个详细的了解,然后介绍了MEMS中的主要工艺,在此基础上,系统介绍了MEMS系统中的传感器部分,包括传感器的原理、结构和实现方法,另外对MEMS器件的使用方法和应用范围在第五章中进行了讨论,最后阐述了MEMS系统仿真方面的内容。

本书适合于高等院校微电子专业本科生或研究生教学参考使用,也可供从事MEMS领域研究的科技人员参考。

该书由化学工业出版社装备与信息出版中心出版。如要出版新著,请与编辑联系。如要该图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。地址:北京市朝阳区惠新里3号(100029),邮购 010-64982530 64982511(发行部) 编辑 010-64982556 64982554。