

# 臭氧发生器基于 CAN 总线的智能节点的设计<sup>①</sup>

## Design of Intellective Node of Ozonizers Based on CAN-Bus

李春丽 钟细军 (湖南大学 电气与信息工程学院 湖南 长沙 410082)

**摘要:** 针对多台臭氧发生器同时监控下对智能节点设计的需求,介绍了基于 CAN 总线的臭氧发生器智能节点的总体设计、硬件设计和部分软件设计。实际运行表明,该智能节点很好的满足了需求,且运行可靠,硬件设计简单,有利于更多功能的扩展。

**关键词:** 模拟量采集 CAN 总线 LCD 触摸屏 臭氧发生器

臭氧是自然界最强的氧化剂之一,具有极强的氧化性能和杀菌能力,且臭氧反应后的产物是氧气,属于高效的无二次污染氧化剂。广泛应用于自来水处理、污水处理、工业氧化、杀菌消毒、农产品深加工、漂泊除臭等领域,其中 90%以上的臭氧设备用于自来水处理。现有的单台臭氧发生器的产量远远不能满足一个中等规模的自来水厂需求,而必须采用多台同时运行的方案,在这种情况下,对多台的群控也就成为了一种需求,为了实现对多台的群控,就必须用到现场总线,用到现场总线也就必须针对臭氧发生器设计其能连接于现场总线的智能节点。在本课题中,针对 CAN 总线,设计了臭氧发生器的智能节点,该节点不但实现了通过 CAN 总线上传信息的功能,还实现了现场实时显示运行参数与控制臭氧发生器的运行状态等功能,且可以脱离 CAN 总线进行独立的运行,给现场人员的工作及臭氧发生器的出厂之前的试验工作带来了极大的方便。

## 1 总体设计

该智能节点的组成框图如图 1 所示。

由图 1 可以看出,该智能节点由六部分组成,其中模拟量采集板卡完成单端 16 路的模拟量的采集;开关量采集板卡完成 8 路开关量的采集与转换;LCD 显示模块完成实时数据及与用户交互的对话框的显示;触摸屏输入模块完成初始状态信息的输入及智能节点和发生器运行状态的控制,其中需要输入的初始

信息主要包括模拟量采集板卡的端口选择、变量范围、变量类型以及开关量采集板卡的端口选择等;输出模块完成三路低电平的输出用于控制臭氧发生器的运行状态以及声光报警信号的输出;上位机信息传输模块完成与 CAN 总线的连接及信息的上传;总的来说该智能节点包括输入、输出、显示及上传信息四大部分。该节点使各个臭氧发生器和上位机组成一个完整的监控网络。

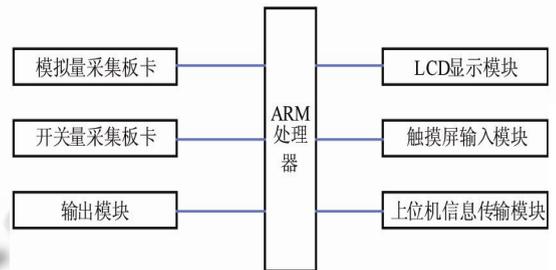


图 1 智能节点的组成框图

## 2 硬件设计

该设计采用分块设计的方法,对该智能节点的后升级带来了很大的方便。采用 Philips 公司的 LPC2119 处理器,它是一个支持实时仿真和跟踪的 16/32 位 ARM7TDMI-S CPU 的微控制器,其最大的优点是含有 4 路的 10 位 ADC, 2 个 CAN 接口, 2 个 16C550 工业标准 UART、高速 I2C 接口(400 kHz)和 2 个 SPI 接口,使它特别适用于需要多个接口的工业控制。

<sup>①</sup> 基金项目:科技型中小企业技术创新基金项目(07C26224301761)

收稿时间:2008-10-22

在本设计的开关量输入和输出模块中，均采用光电耦合器 TLP521 进行处理器和外部电路的隔离，避免了外部干扰对内部处理器的影响，保证了 LPC2119 的正常运行。LPC2119 自身含有 2 路 CAN 控制器，只需外接 CAN 收发器便能实现与 CAN 总线的连接，在这里采用 CTM1050 收发器，它是集电源隔离、电气隔离、CAN 收发器、CAN 总线保护于一体的隔离 CAN 收发器模块，且其 TXD、RXD 引脚兼容+3.3V、及+5V 的 CAN 控制器，不需要外接其他元器件，直接将 TXD、RXD 与 LPC2119 的 RD0 和 TD0 相连即可，不但电路简单，而且稳定可靠。

下面重点介绍模拟量采集板卡和 LCD 及触摸屏的硬件设计。

### 2.1 模拟量采集板卡的设计

常见的标准的模拟量包括三种 4~20mA(类型 1)、0~5V(类型 2)和 0~10V(类型 3)，本设计要求在每个端口采用单端输入的方式均可输入上述三种类型中的一种，且 LPC2119 的端口输入电压要求不得高于 3.3V，所以针对三种输入类型均需要有处理电路，该板卡的电路图如图 2 所示。

AD585 输出电路分别是 4~20mA、0~10V 和 0~5V 的处理电路，通过两片 AD7501 单端输入 16 路的模拟信号，通过 LPC2119 控制信号选择某次转换的通道号(端口号)，并且通过控制三片 AD585 的选通决定该信号的处理电路，其中 4~20mA 的处理电路通过 150Ω 的精密电阻实现电流电压转化，0~10V 和 0~5V 的处理电路分别采用阻值比为 3:1 和 1:1 的电路实现分压，最后得到的电压均满足处理器端口输入要求。

LPC2119 虽然有四路的 AD 输入通道，但每次也只能对 1 个通道的变量进行转换，所以该电路设计很好的取消了端口对输入类型的限制同时不会降低转换效率。可实现多达 16 路的单端输入，且硬件设计简单，抗干扰性强。

### 2.2 LCD 与触摸屏模块设计

其电路图如图 3 所示。

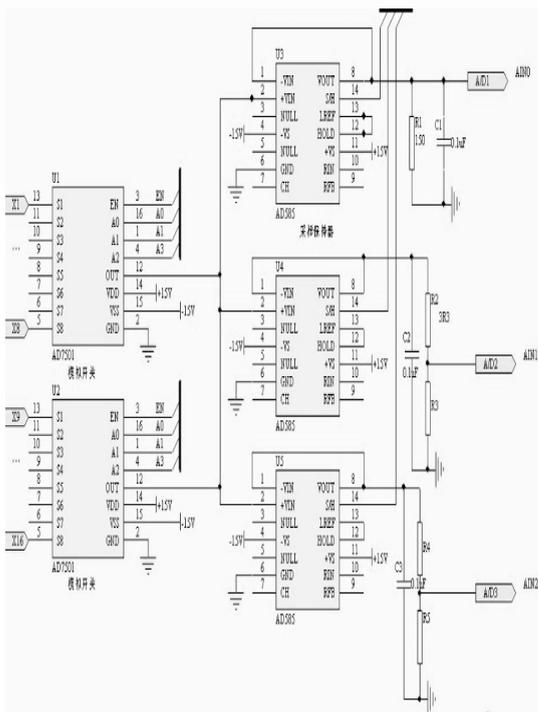


图 2 模拟量采集板卡电路图

由图 2 可以看出，硬件电路用到了 2 片模拟开关芯片 AD7501 和三片采样保持器 AD585。三片

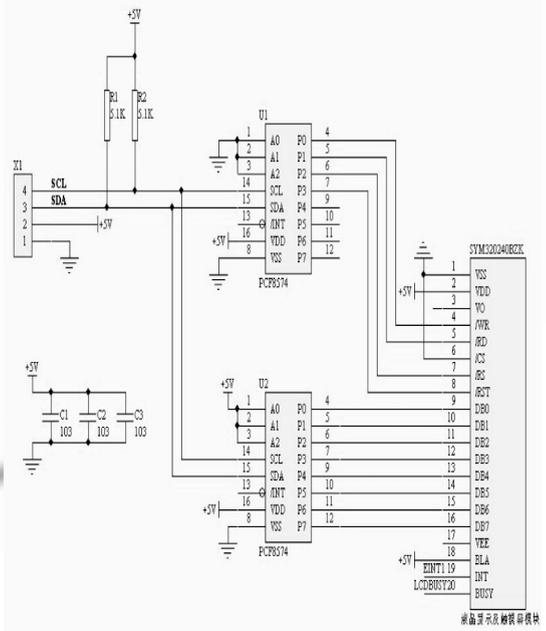


图 3 LCD 及触摸屏电路

采用了深圳三元晶公司的 LCD 产品 SYM320 240BZK。它是一种图形点阵液晶显示器。它主要采用动态驱动原理由行驱动—控制器和列驱动器两部分组成了 320(列)×240(行)的全点阵液晶显示。该显示器内含了硬件字库，编程模式简洁方便，且提供触摸屏控制功能。该芯片完成了显示与输入双重功能，其接口电路简单，采用并行接口，在这里通过两片 PCF8574 把 I2C 总线转换为 8 位并行接口与 LCD 相连。

### 3 软件设计

智能节点初始化和正常运行流程图如图 4 和图 5 所示。

智能节点初始化程序中必须对模拟板卡的端口号、输入类型及变量范围进行设定,对开关量采集板卡的端口号进行选择,对是否进行上传信息进行设定。该智能节点正常运行时每经过固定时间间隔便对模拟端口进行全部采集并进行处理及超限判断,然后刷新 LCD 显示,同时把全部采集的模拟量通过 CAN 总线上传至上位机(当初始化要求上传时)。在臭氧发生器系统中,开关量信号为工作异常信号,所以当有开关量输入时,暂停模拟量的显示并转入中断处理,同时进行声光报警。当触摸屏对应的“重设模拟端口”虚拟功能键被触动时也产生中断并进入到重新设置模拟量范围的界面。

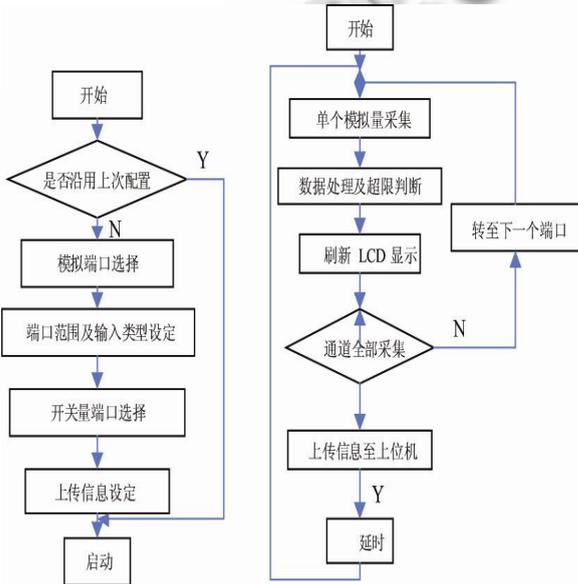


图 4 初始化流程图 图 5 正常运行流程图

下面重点介绍模拟量的采集和 LCD 及触摸屏的部分软件设计。

#### 3.1 模拟量采集的软件设计

在初始化过程中,对应模拟端口需要输入的量:端口号、输入类型、变量范围。在程序设计中,专门建立一个区用来存储变量范围,按照端口号的大小依次排列。

建立变量为 8 位的一维数组  $CN(i, j)$  存储端口号与输入类型。其中  $N$  表示所用端口的总数,  $i$  表示端口号,  $j$  表示输入类型,用每个变量的低四位存储  $i$ ,

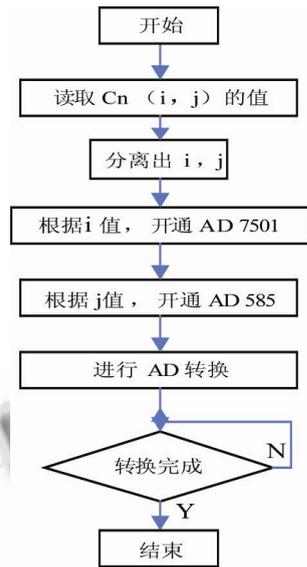


图 6 ADC 转换流程图

高四位存储  $j$ , 这样就把端口的信息全部储存在数组  $CN$  中。初始化结束后,对该数组按照  $j$  进行排列,把  $j$  相同的变量排列在一起,可以降低  $AD585$  的开通次数,降低功耗并可延长器件的使用寿命。单个模拟量采集转换的流程图如图 6 所示(其中  $n=N$ )。

#### 3.2 触摸屏及 LCD 显示的部分软件设计

LCD 显示总的来说包括以下几种界面:

(1)有开关量输入或异常情况时的报错对话框界面;

(2)初始化时设置初始变量界面;

(3)正常运行时实时参数显示界面;

(4)只通过上位机查看现场实时参数时界面。

在每个 LCD 显示的界面中,需要不同的触摸屏功能。触摸屏的功能可总结为以下几点:

(1)进行对话框的选择输入;

(2)初始化状态下端口号、端口范围、变量类型的输入;

(3)节点的运行状态控制:暂停、停止及运行;

(4)发生器的运行状态控制:停止、运行和复位;

(5)进行参数的重新设置;

(6)不同界面的切换。

为了完成以上触摸屏的功能,在 LCD 的右下角专门分配一个区,用来显示虚拟的数字键及在不同状态的虚拟功能键。在初始化界面及重新设置参数界面中显示的虚拟键盘如图 7 所示,只有数字键、小数点及

输入框之间的转换键,对于每个变量,均采用国际标准单位。在正常运行情况下的虚拟功能键如图8所示,按照上面的标号,①②③分别控制该智能节点的暂停、停止和运行三种状态,对应第二排分别控制发生器的复位、停止及运行三种状态。标号④表示重新进行模拟端口的参数设定,点击该键将停止模拟量的采集,进入设定界面,同时该虚拟功能键盘也由数字虚拟键取代,如果延时一段时间无操作,将返回到原状态继续工作。标号⑤的虚拟键表示屏幕进入“黑屏”状态,不显示实时参数,该状态常用在智能节点只工作在通过CAN总线上传信息无需现场显示的情况,该状态即可达到省电效果又可以延长成本较大的LCD的使用寿命。“黑屏”状态只需通过界面的唯一一个虚拟返回键返回到显示参数界面状态。该虚拟数字键和功能键均用SYM320240BZK模块中自带的符号来表示,方便显示程序的编写。

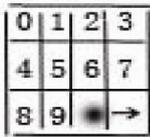


图7 数字虚拟键

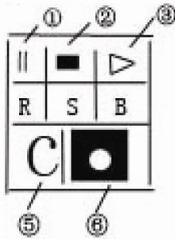


图8 其他功能虚拟键

## 4 结语

该智能节点不但很好的解决了与上位机的相连,而且实现了现场大量数据的显示及异常情况的报警。在长沙某公司实际运行表明,该节点显示参数实时准确且操作方便。在公司中为臭氧发生器出厂前的各项数据指标的全面测试带来了极大的方便。

技术创新点:首次完成了臭氧发生器的群控,针对发生器自身的特点,设计了臭氧发生器的智能节点,该节点运行安全可靠。

### 参考文献

- 1 饶云涛,邹继军,等.现场总线CAN原理与应用技术.北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- 2 周立功,等. ARM 嵌入式系统基础教程.北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- 3 李宏,张家田,等.液晶显示器件应用技术.北京:机械工业出版社,2004.
- 4 周林,殷侠,等.数据采集与分析技术.西安:西安电子科技大学出版社,2005.
- 5 刘墩东,柳小鹏,等.高精度模拟量采集卡的设计与实现.计算机测量与控制,2006,14(11):1575-1577.
- 6 欧阳三泰,欧阳希,等.汉字显示LCD的实现原理及简易设计.仪表技术与传感器,2004,(10):35-37.
- 7 崔倩,王浩.总线智能氧量分析仪中电阻式触摸屏的设计.电力科学与工程,2008,1(24):72-74.
- 8 广州周立功单片机发展有限公司.LPC2119/LPC2129使用指南,2005.