



# 一种基于 MSP430F112 单片机的 智能温度传感器设计

24-26.20

TP202

文汉云 莫晓明 □  
△ 丁

**摘要:** 本文介绍了一种最新的单片机 MSP430F112 的功能, 并使用该单片机作为核心部件设计了一种智能温度传感器。在说明了该传感器所具有的特点之后, 给出了该传感器软件设计方法和主程序框图。  
**关键词:** MSP430F112 单片机、温度、智能传感器

## 一、引言

# 温度传感器

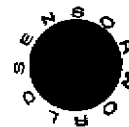
随着微电子技术的飞速发展, 各种性能高、功能全、体积小、功耗低的单片机不断被开发出来并得到广泛应用。MSP430F112 是美国 TEXAS INSTRUMENTS 公司新近推出的特低功耗混合信号微控制器 (Mixed Signal Microcontrollers) 系列中的一种, 具有业内最佳“绿色微控制器” (Green MCUs) 之称, 其技术特征代表了单片机发展的方向。其片内存储模块是目前所有内部集成闪速存储器产品中耗能最低的, 消耗功率仅为其它闪速微控制器 (FLASH MCUs) 的五分之一。由于 MSP430F112 提供了许多附加功能, 减小了系统的有效空间, 与一般系统设计中采用放大器、电阻及 A/D 转换器相比, 这种微控制器在性能/价格比上更具有竞争性, 可节约更多的硬件成本。因此它特别适用于智能传感器的设计中。

## 二、MSP430F112 单片机性能特点及引脚功能介绍

MSP430F112 单片机是 16 位单片机, 它采用精简指令集 (RISC), 27 条指令、125ns 指令周期, 绝大多数指令在一个指令周期内完成。供电电压仅为 1.8~3.6V, 由于其功耗低 (1.6 $\mu$ A@4kHz, 2.2V; 250 $\mu$ A@1MHz, 2.2V), 使得智能传感器可被设计成电池供电且可长时间工作。其内装有看门狗定时器 (WDT), 功能是在软件发生问题时使系统重新启动 (即复位), 内部安全保密熔丝可使应用程序不被非法拷贝。MSP430F112 的 I/O 输入端只需外接一个电阻, 一个电容即可实现高精度积分式 A/D 转换 (12bit)。而定时器 A 在比较模式下则可方便实现 D/A 转换或生成脉宽调制信号控制马达。该芯片具有 4KB+256B 闪速存储器, 256B RAM, 串行在线编程方式, 给用户随时修改程序和控制参数带来方便。此外, MSP430F112 具有强大的中断功能、14 个 I/O 引脚 (混合信号)、16 位定时器、10 万次擦写、ESD 保护和超强的抗干扰能力。

MSP430F112 的引脚排列如图 1 所示。各引脚功能说明如下:

P1.0~P1.7: P1 口, 8 输入/输出双向独立可编程 I/O 口;



P2.0~P2.5:P2 口, 6 输入/输出双向独立可编程 I/O 口;

TEST: 用于 P1 口的 JTAG 引脚的测试方式选择端, 应用时须接低电平;

$\overline{\text{RST}}/\text{NMI}$ : 复位输入/非屏蔽中断输入;

$V_{\text{CC}}/V_{\text{SS}}$ : 电源电压/GND 基准;

$X_{\text{in}}$ : 晶体振荡器输入端;

$X_{\text{out}}/\text{TCLK}$ : 晶体振荡器输出端/测试时钟输出端。

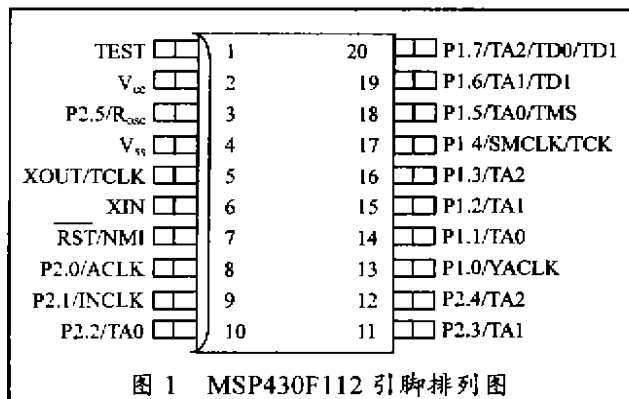


图 1 MSP430F112 引脚排列图

### 三、智能温度传感器的组成与结构特点

#### 1、基本组成

智能温度传感器的组成如图 2 所示。它是由温度敏感器件、A/D 转换电路、控制电路、电源电路构成, 除温度敏感元件和电源电路外, 其余的全由 MSP430F112 提供的功能来完成。其中敏感元件选用 K 分度号的热电偶, 该热电偶灵敏度高, 且广泛应用于工业生产中。事实上, 本温度传感器只要在线性化处理时, 将参数稍作改变, 即可适用于各种不同分度的热电偶。考虑到热电偶的冷端补偿和抗干扰的需要, 本传感器设计成内嵌式, 直接将单片机置入热电偶的接线盒中。A/D 转换器利用的是 MSP430F112 提供的特殊功能, 在 I/O 口外接一个电阻和电容实现的, 它能将热电偶信号进行单斜率 A/D 转换。由于 MSP430F112 提供了 14 位双向 I/O 引脚, 因此, 该传感器可将多路热电偶信号转换为数字量。其转换精度达 12bit。智能传感器的电源由两路供给并可相互切换: 一路是由外部统一供给,

即由外部提供一个 5V 的直流电送入智能传感器后, 由一片 IMP2054 低压差线性电压稳压器稳至 3.0V 后供整个电路使用; 另一路作为备用, 由 2 粒 1.5V 纽扣电池串接而成, 当需要由电池供电时, 将微型开关拨动即可。通讯电路使用的是 MSP430F112 提供的通用异步收发器 (UART), UART 使用软件 (一个俘获/比较模块) 实现串行通信。数据的输入使用俘获特性, 而比较特性锁存一位一位的输入数据流。硬件支持由比较器/定时器决定的时序将串行数据一位一位地输出。控制器是 MSP430F112 单片机, 它是本智能传感器的核心, 它自身包含了运算器、控制器、程序存储器 ROM、数据存储器 RAM 及 14 位双向 I/O 引脚等。

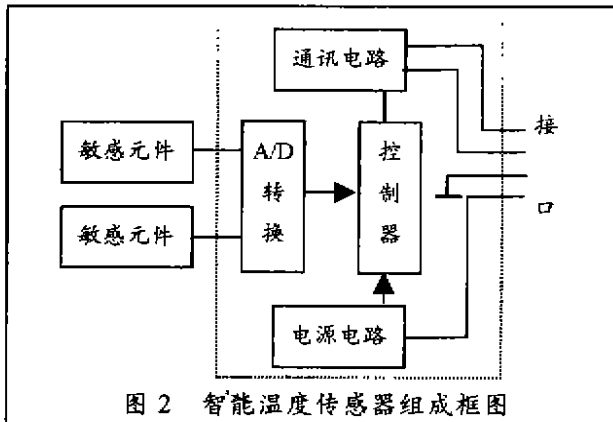


图 2 智能温度传感器组成框图

#### 2、结构特点

(1) 由于智能传感器采用外部统一供电 (或电池供电), 而且所使用的器件自身均为低功耗的 ( $\mu\text{A}$  级), 经测试在满载工作或通讯状态下, 最大耗电不超过  $500\mu\text{A}$ , 所以该传感器使用寿命较长, 故障率较低。

(2) 本智能传感器全部元件均选用超小型元器件, 整体体积小, 所以它可以嵌入热电偶接线盒内。若现场环境温度高、粉尘多, 则可单独安装在普通接线盒内。

(3) 传感器与外部接口网络线采用普通四芯电缆线, 一根为电源线, 一根为地线, 其余两根为通讯信号线。智能温度传感器作为控制器的智能终端,



从测量点往控制器上传输的不是模拟信号，而是经过单片机计算和处理好的测试结果，即所传递的是数字编码信号，所以不仅传输距离远，且抗干扰能力强。

(4) 如果需要输出模拟信号，可通过 MPS430F112 提供的特殊功能软件使定时器 A 在比较模式下实现，此时输出的是经过线性化的真实信号。

#### 四、软件设计

在该传感器软件设计中，主要有以下几个功能模块；即数字滤波模块，线性化处理模块，与上位机通信模块，其主程序流程图如图 3 所示。

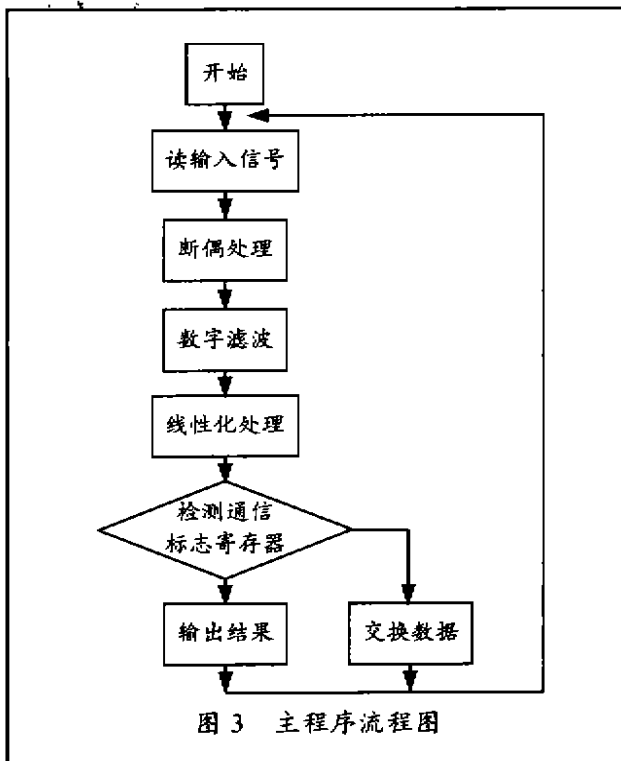


图 3 主程序流程图

##### 1、数字滤波模块

由于热电偶所处的现场环境一般较为恶劣，因此从 A/D 转换器获取的数据毫无疑问存在外界干扰，因此要通过滤波的方法剔除。在该智能温度传感器中，采用移动窗口滤波法，具体为设置一定的窗口值，例如 3 到 8 个数据为一组，对其取平均值。当传感器获取数据变化较快，例如是采样频率的 1/3

到 1/5 时，窗口的取值小一些较为理想（3 到 5）；当传感器获取的数据变化较为缓慢时，窗口的取值大一些比较容易获得较好的滤波效果<sup>[2]</sup>。

##### 2、线性化处理模块

选择热电偶作感温元件，其结构简单，制造容易，使用方便，测温精度较高。但是，其输出热电势与温度之间的关系为非线性，且其非线性程度较为严重。为了保证一定的测量精度，在实际使用中必须对其进行线性化处理。由于 MSP430F112 提供 12 位 A/D 转换，其精度较高，若使用查表法进行线性化，需要 4KB 地址空间存储对应表格，几乎占用了全部 ROM，因此，选用内部插补法进行线性化。将采样所得到的曲线看成一系列的节点，用直线连接在一起，因此，只需将每个节点的首尾数据存储下来，大大节约了存储空间<sup>[2]</sup>。具体步骤如下：

(1) 采样获取温度输入值  $X$ ；

(2) 确定  $X$  所在的节点位置  $N$ ；

(3) 读取相应节点的节点输入输出值  $X_n$ 、 $X_{n+1}$ 、 $Y_n$ 、 $Y_{n+1}$ ；

(4) 计算输出结果  $Y$

$$Y = Y_n + (X - X_n) * K_n$$

$$K_n = (Y_{n+1} - Y_n) / (X_{n+1} - X_n)$$

其中每个节点的斜率比值可以预先存入单片机的 ROM 中，通过查表获取以提高计算速度。

##### 3、与上位机通讯

本智能传感器的重要功能之一是能与上位机之间进行数据通信。当智能温度传感器作为测控网络中的一个终端节点时，智能温度传感器在整个系统中不仅要检测温度的变化情况，并判断其工作状态是否正常，还可以按控制系统要求进行运算、判断、传输及存储，并将各种信息参数传递给上位机。

#### 五、结束语

使用 MSP430F112 单片机设计智能温度传感器，由于利用了该单片机所提供的特殊功能，使得传感器朝智能化、微型化、多功能方向又进了一步。

（下转 20 页）



的。结构或构件复算时，其各种受力特征的设计强度便可按规定要求计算确定，计算时，只要用建议值  $f_{cu,k}$  代替即可。材料的分项系数还是统一取 1.35，这样也是偏于安全的。

### On Improving the Technique of Testing of Concrete in Light of Ultrasonic-method

**Abstract:** As a usual method of testing concrete, it may test and destruct a prototype only once, which can not define the position, scope of drawbacks of concrete, and can not demonstrate the extent of structure damaged by the method. nondestructive testing can abandon these shortcomings, so is valued and applied in the engineering practice. This article analyzes the ultrasonic-method, one of nondestructive testing methods. It illustrates the basic natures, spreading characters of ultrasonic wave,

viewing errors by this method and remedies. Finally, it stresses the importance and measure of improving the technique.

**Keywords:** nondestructive testing, ultrasonic-method, frequency character, pointing character, accuracy

### 参考文献

1. 张福学. 现代实用传感器电路. 中国计量出版社, 1997. 355-356, 湖南大学等. 建筑材料, 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.

### 作者简介

沈国伟: 绍兴文理学院物理系(312000), 电话: 0575-8341532

吴瑞潜: 绍兴文理学院建工系(312000)

读者服务卡编号 005□

(上接 23 页)

### The Instrument For Measuring Interface Of Petroleum And Water Composed By UGN3020 And 80C552

**Abstract:** A kind of instrument for measurement interface of petroleum and water is introduced in this paper. It is composed by UGN3020(Hall switch sensor) and 80C552 microcontroller. The method of two grade coding selecting date is used in the instrument.

**Keyword:** UGN3020, Two grade coding, Digital signal transfer, Interface of petroleum and water Measurement

### 作者简介

田景文: 黑龙江安达市大庆石油学院(151400) 电话: 0459-4653483

读者服务卡编号 006□

(上接 26 页)

通过试用, 取得了令人满意的效果。但在以下方面尚需进一步研究完善:

(1) 与其它敏感元件结合, 构成不同类型的智能传感器;

(2) 就地显示及异地显示;

(3) 在不占用更多存储空间的情况下, 进行线性化的其它方法。

### 参考文献

1. 《MSP430F112 混合信号微控制器数据手册》, 武汉力源电子股份有限公司, 2000 年 1 月

2. 吴仲城、虞承端, 《嵌入式智能化传感器的设计》, 《电子技术应用》, 2000(3):20-22

### Design of a Intelligent Temperature Sensor Based on Single Chip Computer MSP430F112

**Abstract:** This paper introduce the functions of a new kind of single chip computer MSP430F112, and designed of a intelligent temperature sensor with it as kernel. After narrating the characteristic of the intelligent temperature sensor, the design method of software and main program frame were given.

**Keywords:** Single chip computer MSP430F112, Temperature, Intelligent sensor

### 作者简介

文汉云, 莫晓明: 湖北农学院计算机科学系(434103)

读者服务卡编号 007□