

# 深水资料浮标中温度传感器电路的设计\*

唐原广

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期, 1990年2月22日

关键词 感温元件 AD590,  $4\frac{1}{2}$  位 A/D 转换器 7135

**提要** 本文对深水资料浮标中温度传感器的电路原理作了介绍。传感器中的感温元件, 采用两端单片集成温度传感器 AD590; 整个测温电路仅用一片高精度  $4\frac{1}{2}$  位 A/D 转换器 7135; 为了能方便地检验和标定温度值, 在电路上还设计了温度显示部分, 并设计了闭显的功能, 以达到省电的目的。

温度传感器中的感温元件采用两端集成温度传感器 AD 590, 测温电路部分仅采用一片高精度双斜率积分 A/D 转换器 7135, 省去了一片运算放大器, 提高了精度, 降低了成本。其输出为 BCD 码, 可直接与浮标中的计算机连接。在 A/D 转换器 7135 的输出口上, 为了便于标定和检修, 还设计了温度显示部分, 并采用了闭显功能, 以达到省电的目的。目前, 该传感器已通过国家海洋计量站青岛分站的技术鉴定<sup>1)</sup>。通过环境试验和温度检定, 该温度传感器的性能完全达到所要求的指标, 并且准确度和分辨率均优于所给的指标, 实际准确度可达  $\pm 0.07^\circ\text{C}$ , 其分辨率为  $0.01^\circ\text{C}$ 。

## I. 工作原理

### I.1. 温度敏感元件 AD 590

本电路采用的感温元件是两端单片集成温度传感器 AD590。其工作原理是加上电源后, 能产生一个与绝对温度成正比的电流输出, 作为温度~电流转换。传感器能在  $+4\sim+30\text{V}$  间工作, 它如同一个  $1\mu\text{A/K}$  的高阻抗电流源。元件在制造中利用激光修正技术, 使芯片内部电阻修正到  $25^\circ\text{C}$  ( $298.20\text{K}$ ) 时产生  $298.20\mu\text{A}$  的电流输出。其优点是无须精密电压放大、精密电阻和冷端补偿。具有优良的抗干扰性能,

对压降不敏感, 可用于长距离信号输出。

### AD 590 的主要参数<sup>2)</sup>

线性电流输出:  $1\mu\text{A/K}$ ; 温度范围:  $-55\sim+150^\circ\text{C}$ ; 线性度:  $\pm 0.3^\circ\text{C}$  (全温度范围内)。电源电压从  $+5\sim+10\text{V}$  变化时, 仅有  $1\mu\text{A}$  的变化, 相当于最大误差  $1\text{K}$ 。可承受  $44\text{V}$  正向电压和  $20\text{V}$  反向电压。

### I.2. 电路原理

由于温度测头 AD 590 输出的是随温度变化的电流, 在 AD 590 的输出端串接一精密电阻再接地, 可将电流输出转换成电压输出, 如图 2 所示。其输出电压直接接到 A/D 转换器的输入端, 通过内部两次斜率积分, 将温度的模拟输入电压转换成 5 位分时输出的 BCD 码, 输出信号可直接被浮标内的计算机采样。另外, 为了直接显示温度值, 便于现场直接观测, 将 A/D 转换后的数据通过由缓冲器、BCD 7 段锁存/译码/驱动器、达林顿驱动器阵列、5 位数码管组成的显示器, 直接显示出温度的真值。在电路上还采用了闭显的功能, 经显示器检查电路正常工作后, 即可关掉显示器, 达到省电的

\* 本文作者参加了气温、水温两部分传感器的电路设计;

1) 国家海洋测量站青岛分站深水资料浮标水温、气温传感器试验报告。

2) 王国定, «两端单片集成温度传感器 AD 590»。

目的。

电路的核心部分是将模拟信号转换成数字信号,该转换是由 A/D 转换器 7135 来完成的。

A/D 转换器 7135 是单片  $4\frac{1}{2}$  位高精度 CMOS

器件,除基准电压和时钟之外,它包括双斜率积分型 A/D 转换器所需的全部有源器件,具有自动校零、自动极性转换等功能;数据输出采取 BCD 码动态扫描方式,其模拟输入端的电压是内部模拟电路的地电位。由于 AD-590 在  $0^{\circ}\text{C}$  时对应的输出电压不是零,对此可通过调节模拟输入端的电压,使其相对于数字地有一个电位,并在量值上等于传感器在  $0^{\circ}\text{C}$  时的模拟电压。这样,当温度在  $0^{\circ}\text{C}$  时,经 A/D 转换后的电压也为零。

调节 7135 的基准电压输入值,可以改变 A/D 转换后的输出值与输入值的比例,使输出值与输入值成 1:1 的关系。这样, A/D 转换后的值,即为温度真值。这一点可以很容易做到,经模拟端调零,选择一高温值,调节基准电压输入端,使其显示值等于温度真值。由于 AD 590 的输出是线性的,故这时基准电压输入端的电压值即为基准电压值,在调试前,可以先估算一下基准电压值,其值由下式决定:

$$V_{\text{Ref}} = \frac{V_x}{V_{\text{显示}}} \times 10\,000$$

$V_x$  是相对模拟地的输入值

$V_{\text{显示}}$  是经过 A/D 转换后的值

这样,经过 A/D 转换后的 5 组 BCD 码值即为温度真值,不需再经过其他转换。模拟输入端的地电位与基准电压输入端的电压对整个系统的测量精度有很大影响,需用高精度电压源来提供电压,本电路采用高精度单片集成电源 AD 581。另外,输入信号直接接到 A/D 转换器上,省去了运算放大器,可避免由于运放本身的温漂、时漂以及其他一些因素造成的误差,提高了精度,降低了成本。

系统的时钟要求由外部提供,7135 可在较宽的时钟频率范围内工作,时钟信号以数字地为参考点,脉冲幅度为数字地到正电源电压,本

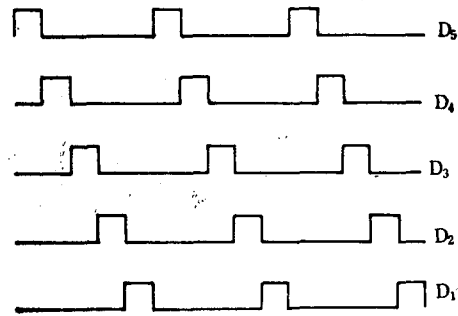


图 1 位选信号时序

Fig. 1 Bits selected signal timing diagram

电路采用 CMOS 4069 反相器组成一振荡器,振荡频率为 100 kHz,采样速率约 3 次/s。

输出的 BCD 码,采用动态扫描方式输出,共有 5 位位选信号 ( $D_1 \sim D_5$ ),其时序如图 1 所示。

由图 1 可见,5 位位选信号为正脉冲信号,每个脉冲持续 200 个时钟,从高位到低位排列,顺序为  $D_5, D_4, D_3, D_2, D_1$ 。在正常量程内,5 位位选信号连续扫描,当 CPU 采样到  $D_5$  位是高电平时,这时输出的 BCD 码表示为万位值,当 CPU 采样到  $D_4$  位是高电平时,这时输出的 BCD 码表示为千位值。依此类推,直到个位被采样。另外还有一位是极性位输出 (Pol.),此端输出为高电平,表示被测值为正,即温度为零上;此输出端为低电平表示被测电平为负,温度为零下。这样,共引出 10 位输出线和计算机接口,工作原理如图 2 所示。其中 CMOS 4050 为 6 同相缓冲器/变换器,它的作用是隔离浮标中的计算机和 A/D 转换器,另一方面,可以提高驱动能力。CMOS7660 产生负电源,供给 7135。

### 1.3. 显示电路

译码显示电路见图 2 显示器部分,其中 5G 1413 为 7 路达林顿驱动器阵列,5G 4511 为 BCD 7 段锁存~译码~驱动器。该器件具有闭显的功能,输入端  $\overline{\text{BI}}$  接高电平时,显示器工作,当  $\overline{\text{BI}}$  接低电平时,显示器闭显,达到了省电的目的。平时,  $\overline{\text{BI}}$  接低电平。

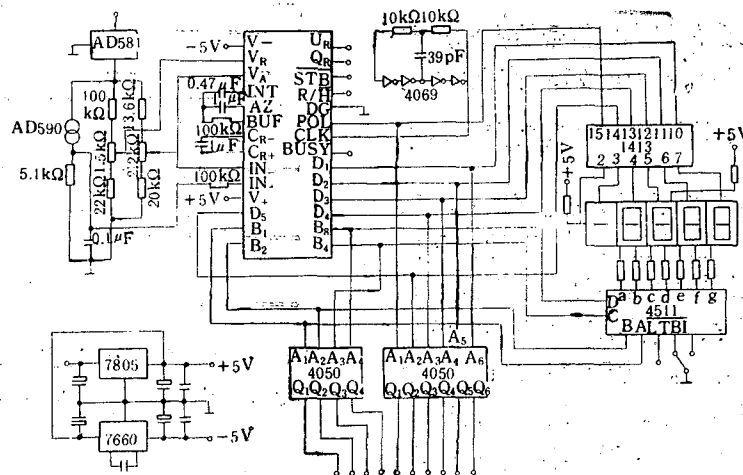


图 2 温度传感器电路原理

Fig. 2 Diagram of the circuit principle of temperature sensor

## II. 水温、气温传感器技术条件

温度测量范围:  $-10 \sim +45^{\circ}\text{C}$ ; 精度:  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ; 分辨率:  $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ ; 环境温度:  $-10 \sim +55^{\circ}\text{C}$ ; 测头重量: 100g; 测头体积:  $20 \times 20 \times 80 \text{ (mm}^3\text{)}$ ; 输出方式: 5位分时输出的BCD码, 1位极性信号, 高电平为正, 低电压为负, 输出电平与TTL兼容。

## III. 结语

自温度传感器研制成功至今已近一年, 未发现故障。该温度传感器同目前国内其他的温度传感器相比, 具有测头体积小、电路元件少、

省略了运算放大器等优点。这样, 不但提高了精度, 也降低了成本。显示和闭显的功能还有利于现场调试和维修。另外, 整个传感器的电子器件均采用CMOS元件, 具有功耗低, 电源范围宽, 适合于海上长期观测使用。

## 参考文献

- [1] 张山宇, 1986. TI-4501 B型  $4\frac{1}{2}$ 位数字面板表的原理. 东岭技术, 4: 38~50.
- [2] 徐爱卿等, 1986. 单片微型计算机及其应用. 北京航空学院出版社, 260~268.
- [3] 赵保经, 朱介炎, 1986. 简明CMOS集成电路手册. 上海科学技术出版社, 431~443.

## THE DESIGN OF TEMPERATURE SENSOR CIRCUIT IN DEEP WATER DATA BUOY

Tang Yuanguang

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071)

Received: Feb. 22, 1990

Key Words: Temperature transducer AD590,  $4\frac{1}{2}$  bits analog-to-digital converter 7135

## Abstract

This paper mainly introduces the circuit principle of temperature sensor circuit in deep

sea data buoy. The temperature-measuring element is a two-terminal integrated circuit temperature transducer AD590. The whole temperature-measuring circuit only use a high precision  $4\frac{1}{2}$  bits analog-to-digital converter 7135. In order to check conveniently the temperature value, we also design temperature display and take the function of lightless display to save power cost.