

IRIG-B 码数字解调技术

陈 涛 曹永刚 张卫国

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

摘要 论述了一种 IRIG-B 格式时间码(交流(AC)码)的数字解调技术。在介绍 IRIG-B 码格式后,对数字解调技术的原理、方法及实现作了全面讨论分析,并提出了 IRIG-B 码在波形失真畸变时的解调方法及相位的识别技术和精度的保证措施。

关键词 时间码 数字解调

1 概 述

我国靶场测量、控制、计算、通信、气象等测试设备,均采用国际标准的 IRIG-B 格式时间码(简称 B 码)作为时间同步标准。它的特点是可靠性高、接口标准、通用规范及使用灵活方便。B 码是一种串行的时间格式,分为两种:一种是直流码(DC 码),一种是交流码(AC 码),其原理如图 1 所示。其帧周期为 1s,码元速率为 100pps,从秒准时点起,按 s、min、h、d 时间信息进行编码。直流(DC)码的解调原理相对简单,一般采用测量脉宽的方法,本文不进行讨论。对于交流(AC)码的解调,通常的方法是采用自动增益电路(AGC 电路)。将幅度变化范围为 0.5 ~ 10V_{P-P}的正弦信号稳定在 2 ~ 3V_{P-P},经固定的比较电平,转换成脉冲信号,进行计数判断解调。这种方法缺点是 AGC 电路的线性范围窄,容易失真畸变,响应速度慢,解调时间长,可靠性差。本文介绍一种新型的 B 码数字解调技术,将 B 码进行数字化处理,实现数字化解调。

2 B 码(AC 码)解调原理

如图 1 所示,交流码是调制的 1kHz 正弦信号,幅度变化峰峰值范围为 0.5 ~ 10V_{P-P},调制比为 1/6 ~ 1/2。采用模数(A/D)转换,直接将 B 码转换成数字量,进行数字化解调处理。通过软件对 B 码幅值的变化进行分析判断,获得时间信息,解调 B 码。

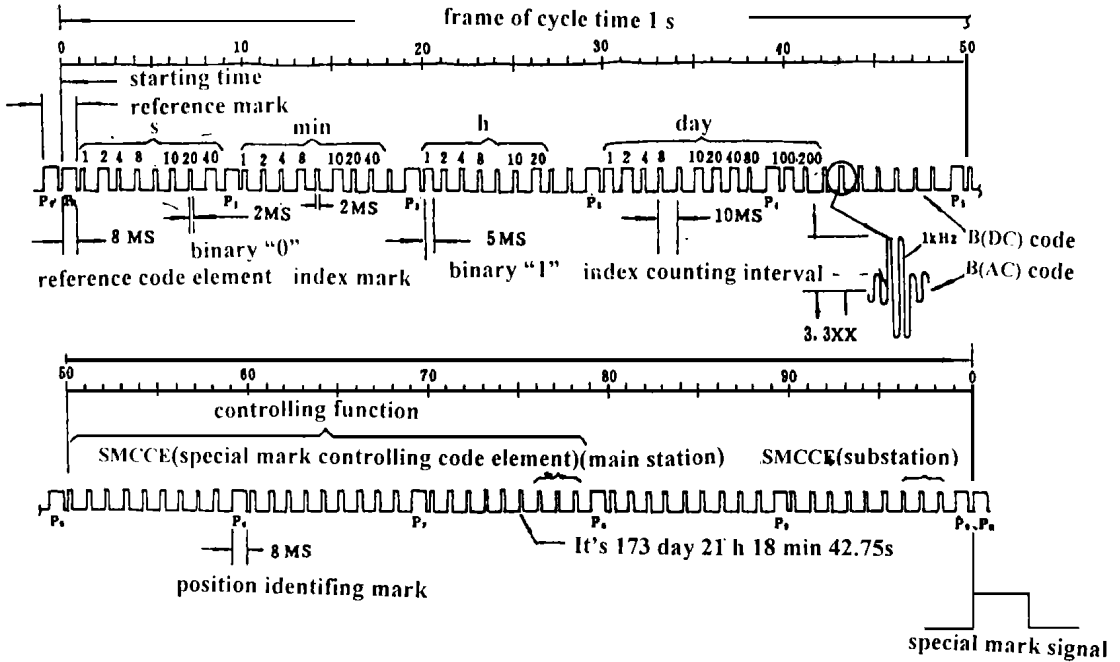


Fig. 1 IRIG-B format time code

a) A/D 位数的选择

AC 码的幅值最小值为:

高幅: $V_{Hmin} = 0.25V$

低幅: $V_{Lmin} = 0.25V / 6 = 0.042V$

考虑到一般单片机的 A/D 为 10 位, 参考电压为 5V, 分辨率为 5mV, 对应 B 码最低幅度的转换结果为:

高幅对应: 50(Dec)

低幅对应: 8(Dec)

由上述结果可见, 高低幅度很容易判别, 选用 10 位 A/D 完全满足 B 码幅度变化要求。

b) 采样点的选择

将 1kHz 的调制信号经过零检测电路, 转换成 1kHz 的脉冲信号, 上升沿和下降沿经过延迟 250 μ s, 对准 AC 码的峰值, 选择峰值为采样点, 进行 A/D 转换, 采集数据。

c) 转换时间的选择

AC 码为频率 1kHz 的正弦信号:

$$v = V_M \cdot \sin(2\pi f t)$$

取转换时间为 10 μ s, 信号幅度相对变化为:

$$\frac{\Delta v}{V_{max}} = 1 - \sin(2\pi \times 1000 \times (250 + 10) \times 10^{-6}) = 0.002$$

10 位 A/D, 影响 2 个码。转换时间在 10 μ s 之内均满足要求。

3 增强 B 码解调的能力

B 码通过信道传输到终端时,经常容易造成波形失真和波形畸变,甚至误码,通常畸变后的波形如图 2 所示。为了适应各种情况下,增强解调的适应能力,除接口严格遵着国军标接口技术要求外,解调技术和方法是关键。

a) 采用容错技术

为克服由于波形失真、畸变带来的影响,解调过程中采用容错技术,即 8ms 宽的秒标志或位置标志,对应 1kHz 调制的交流码高幅度正弦信号为 8 个,5ms 宽的二进制“1”对应 5 个,2ms 宽的二进制“0”对应 2 个,在解调时为提高容错能力,7、8、9 按 8 处理,4、5、6 按 5 处理,1、2、3 按 2 处理。采取这种措施可大大提高解调适应能力。

b) 采用误码纠错技术

对解调出的 B 码时间信息,首先进行范围判断,即小时小于 24,分、秒小于 60。然后判断相邻两帧时间信息之差应为 1s,也可以通过多帧判断。

c) 提高调制比

将 AC 码转换的数字量,进行幅度平方运算,提高高幅与低幅的调制比,更容易提取和判断高幅信号的个数,以提高获取正确时间信息的能力。

d) 多通道采集

把输入的 B 码信号分档进行放大,根据幅值的高低,选择不同的通道进行采集,拓宽对 B 码输入更宽范围的适应。

e) 正负两个方向判断识别

如图 2 所示,畸变后的信号波形,负方向基本没有变化,可采取正负两个方向相结合的方法,可靠获得时间信息和秒基准。

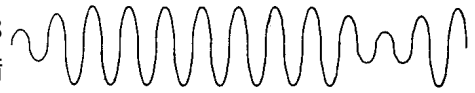
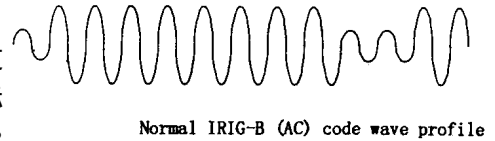


Fig. 2 Distorting IRIG-B (AC) code wave profile

4 解调精度

a) 如图 3 所示,将输入的 B 码(AC 码)分为两路,一路是放大后供 A/D 转换数据采集,一路是经过零检测电路产生 1kHz 的脉冲信号作为时间基准。为了保证 B 码(AC 码)的 10μs 解调精度,过零检测电路精度要求如下:

周期为 1kHz 的正弦信号:

$$v = V_M \sin(2\pi f t)$$

把 $t < 10\mu\text{s}$ 和 $V_{\min} = 0.25\text{V}$ 代入上式得:

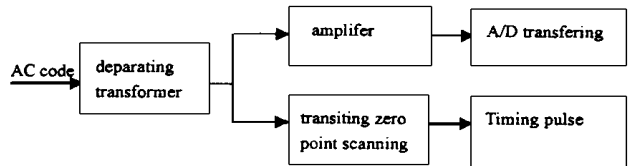


Fig. 3 Black diagram of AC code processing theory

$$v_{\max} < 0.25 \sin(2\pi \times \frac{1}{1000} \times 10^{-5}) = 15.69 \text{mV}$$

由以上可见,过零检测电路的精度应小于 15.69mV。通过合理选择过零检测电路和正确解秒准时点,即可保证 IRIG-B 码(AC)的 10 μ s 的精度。

b) 相位的识别

B 码(AC 码)如果反向输入将造成相位相反,若不进行处理会产生 500 μ s 的迟后。一般处理方法是采用全波整形法。而采用数字化解调法,识别起来更灵活方便,可采取绝对值法,也可根据波形判断等,消除 B 码相位对解调精度的影响。

5 结 论

采用数字解调技术,不仅设计思想先进、数据处理灵活方便,而且硬件简单容易实现,可以提高 B 码解调的可靠性及 B 码解调的适应能力,保证解调精度。

参 考 文 献

- 1 中华人民共和国国家军用标准, GJB2991-97. 北京:国防科工委军标出版发行部出版, 1997.

Digital Demodulating Techniques for IRIG-B Code

CHEN Tao, CAO Yong-Gang, ZHANG Wei-Guo
(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

This paper describes the digital demodulating technique for IRIG-B code (AC code). The theory, method and implement of digital demodulating technique are discussed after IRIG-B format is presented, and provided demodulating method, phase identified technique and means assuring accuracy when the deformation or distortion IRIG-B code wave profile is emerging.

Key words: Time code, Digital demodulation

陈 涛 男, 1965 年 10 月 生, 1987 年毕业于大连理工大学自动控制专业, 1990 年于中国科学院长春光学精密机械研究所机电控制专业取得硕士学位。研究员, 从事电控总体工作。