

用单片机实现脉码调制的频移键控(PCM - FSK)信号

厦门大学 粘宝卿 黄衍镇 吕连港

摘 要 本文介绍用单片机实现脉码调制频移键控信号(PCM - ASK)的方法, 给出硬件和软件配置, 其特点是简单、可靠、精确, 适合用于传输水声信息。

关 键 词 单片机 PCM - FSK 信号调制

一、概 述

随着我国海洋观测技术的发展, 观测海洋要素的各种传感器也已相继出现, 实现海洋要素的实时、准确、可靠的遥测已经成为可能。在水声遥测中, 有一类被观测的量在有限的时间里变化是比较缓慢的, 其相应的遥测系统是一类低速率、低容量的系统。频移键控(FSK - Frequency Shift Keying)系统的误码率指标比幅频键控(ASK - Amplitude Shift Keying)系统要好, 但要求传输带宽比较大, 一般用于中、低速率的数据传输中。

对应于一个观测量的变化范围, 如果要以 256 个量化分层进行数据传输, 则其脉码调制的数字基带信号是 8 位二进制代码(如 11010011)。显然, 直接传输基带信号是不现实的, 还要用基带信号去调制载波。当二值码元“1”和“0”分别调制频率为 f_1 和 f_0 载波时, 则构成脉码调制——频移键控信号(PCM - FSK), 如图 1 所示。

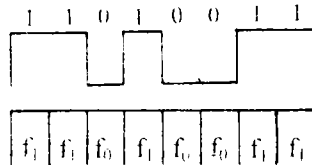


图1 代表一个码字的 PCM - FSK 信号

可是, 由于海洋信道的时——空——频的多变性和海洋环境的复杂性, 存在很强的多途效应和噪声干扰。特别是在浅海信道中, 多途出现在直达脉冲后的时延 T_d 为几 ms, 甚至几十 ms^[1]。因此, 在水声信道中, 图 1 PCM - FSK 信号的方式是不可能用来传输正确信息(数据)的。为此, 必须将其代表二值码元(0, 1)的频率码元(f_0, f_1)之间留出一定的间隔 T_2 (如图 2), 才适合于水声信道中传输。 T_2 越大, 对抗多途和噪声干扰越有利, (提高信息检测的可靠性), 但是降低了信息传输速率(减少检测有效性)。因此, 对 T_2 要

二者兼顾,适当选取。

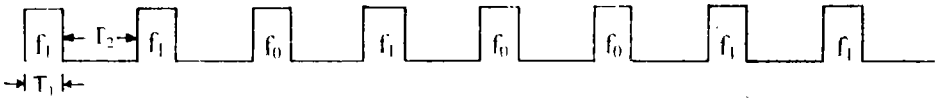


图2 适合于水声信道传输方式的PCM-FSK信号示意图

诚然,用硬件实现图2所示的PCM-FSK方式的信号是可能的,但它却是复杂的。本文介绍用单片机实现PCM-ASK的信号调制,具有简单、可靠、精确的特点,适合于水声信道中,以中、低速率传输信息(数据)的水声遥测系统。

二、硬件设计及工作原理

用单片机实现电压信号的脉码调制——频移键控信号的电路如图3所示。

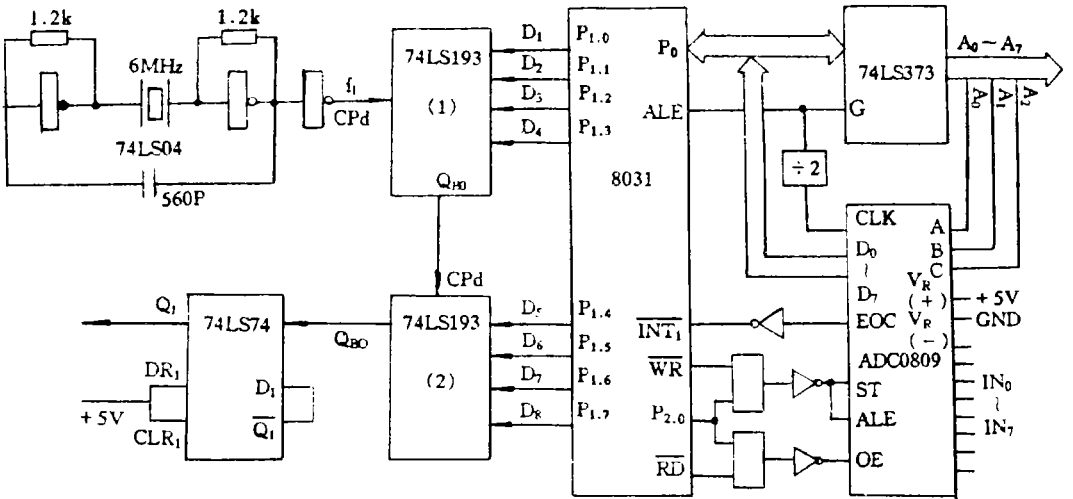


图3 形成PCM-FSK信号的电路图

A/D转换器将输入的模拟信号经采样、保存、量化、编码、转换为数字量输出,得到了8位二进制代码,不同的代码代表被观测量的不同信息。如上所述,为了实现水声信息的传输,还需要形成适于水声信道传输的信号。即将二值码元(0,1)对不同载波频率(f_0 , f_1)进行调制,得到图2所示的信号形式,然后由信道传输出去。考虑到已调的二值频率脉冲“ f_0 ”或“ f_1 ”在水声信道中传输有可能因起伏而丢失,造成接收端的错误判断,在发送每个信息码之前应首先发射一位识别码,其调制的载波频率记为 f_d 。图3所示的电路的工作原理是:

1. 由单片机(8031)及A/D转换器(0809)实现模数转换。传感器的输出加至0809的模拟输入通道,转换结果为8位二进制代码,并存入8031的RAM中,A/D转换结果记

为 data。

2. 由晶体振荡器产生 f_i , 经过二片可逆计数器(74LS193)及 D 触发器(74LS74)组成的分频器, 得到所需的载频 f_0, f_1 。

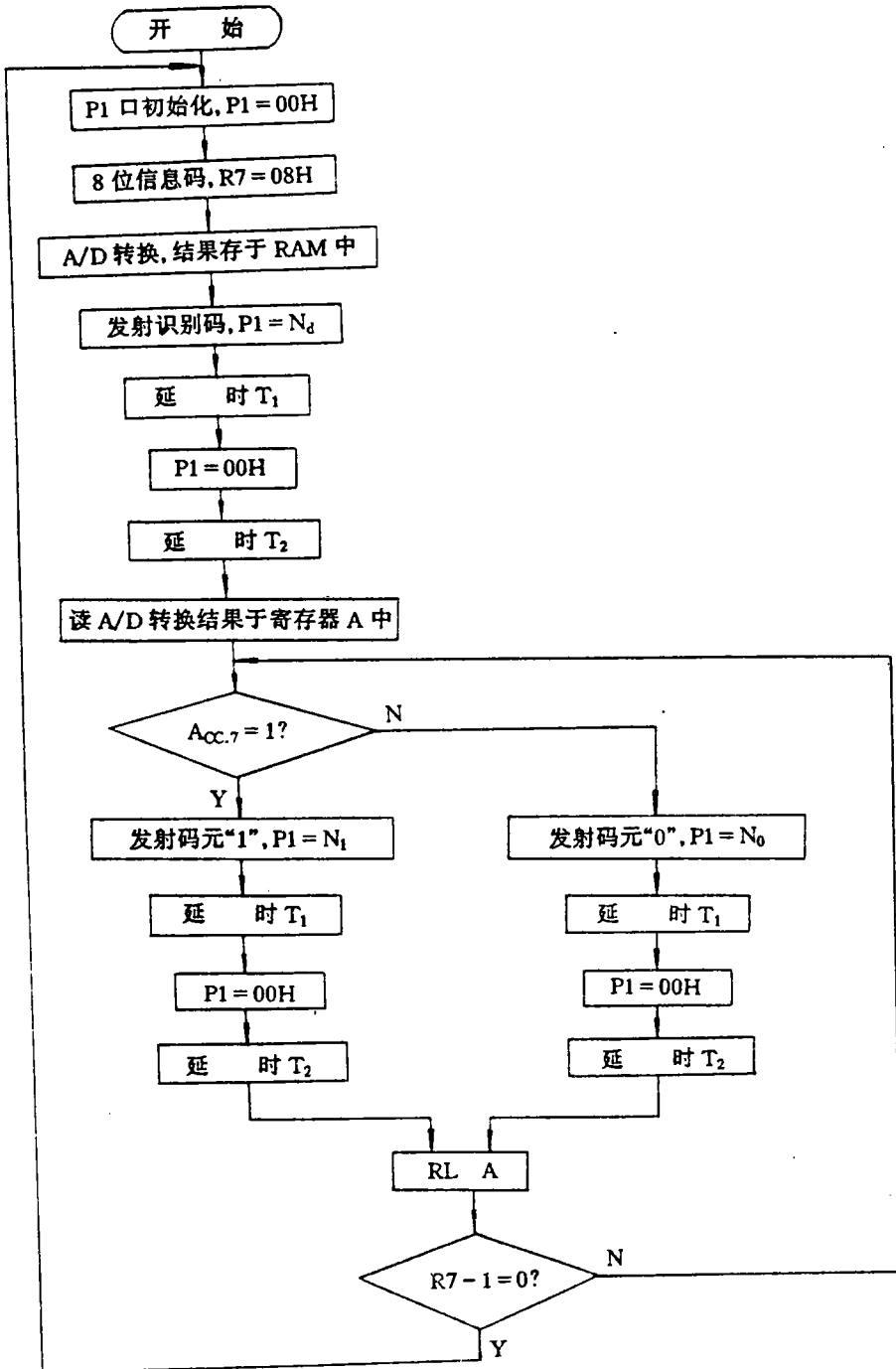


图 4 流程图

其中二片可逆计数器可预置的分频系数为 $2 \sim 255$; D 触发器实现 2 分频, 并形成对称方波。二片可逆计数器要预置的分频系数由单片机 8031 的 P1 口的数字量决定, 该数字量则根据 A/D 转换结果——8 位二进制代码中的 (0, 1) 二值码元脉冲所要求的调制载频决定, 即用 f_0 和 f_1 载频分别代表二进制数的“0”值和“1”值。

3. 将 A/D 转换结果——8 位二进制代码用软件实现移位、串行输出, 并用 f_0, f_1 的载频分别代表二进制数的“0”和“1”, 用 f_d 的载频代表识别码元。

三、流程图及说明

图 4 为流程图。

由图 4 不难看出, 每当发送一个数字代码, 其中第一位是识别码, 其余 8 位则是信息码。识别码及二值码元 (0, 1) 的载频分别由下式决定:

$$f_d = f_i / 2N_d$$

$$f_0 = f_i / 2N_0$$

$$f_1 = f_i / 2N_1$$

式中 N_d, N_0, N_1 分别是为了从晶振频率 f_i 得到识别码及二值码元 (0, 1) 的载频 f_d, f_0, f_1 的分频系数。

发送码元的宽度由软件 (延时 T_1) 确定, 发送码元的间隔由软件 (延时 T_2) 确定。

四、结束语

采用单片机辅以相应的软、硬件配置, 实现 PCM-FSK 信号的调制, 具有简单、可靠、精确, 易于实现等优点。它已应用于研制有关的水声实验样机上。实验证明, 这种信号传输方式可普遍用于中、低速率的水声遥测系统中。

参考文献

1. 许天增.《数字时间相关积累(Ⅲ)—抗多途性能分析》.声字字报,1990,15(5),389-396
2. 陈光东等.《单片微型计算机原理与接口技术》.华中理工大学出版社,1993.2第1版