

# 海底管线保护电位遥测系统中 PPM-PTC 水声传输方式的设计

徐 斌 郭津年 卢阿平 吴佳林 曾仁森  
(中国科学院福建物质结构研究所二部,福州)

收稿日期: 1989年1月12日

关键词 PPM-PTC 水声信号编码

**提要** 本文设计了 PPM-PTC (脉位调制-脉冲周期编码) 信息水声编码方式并将其运用于海底管线保护电位水声遥测系统中; 介绍了 PPM-PTC 编码器的编码实现方法和工作原理; 根据水声信道特性和保护电位遥测仪的特殊要求, 设计和确定了主要传输参数, 使仪器实现对水下管线腐蚀与保护电位的实时, 可靠的测量。

## I. 信号编码

信息的水声传输, 虽有各种各样的编码调制方式,<sup>[1,2]</sup>但在具体采用时, 主要是依据信息的性质、内容及作用的时间, 测量要求和信道环境等因素去选择最适合的一种或两种以上的方式并用。

保护电位水声遥测系统, 要求测量水下保护物的实时电位值, 此项测量是属于安全监测的范畴, 要求系统具有较高的测量精度和可靠性。而且检测探头与信息编码器必须安装在水下管线上, 要求其体积小, 耗电省, 寿命长。

在各种不同的编码调制中, PPM 方式最简单, 适合仪器设计的结构要求。但 PPM 编码的精度和可靠性都较差, 必须进行改性, 才能满足系统对电位信息测量所提出的精度及可靠性要求。综合分析目前几种常用编码调制方式的特征及仪器设计、使用要求, 对本系统的电位信息传输, 经反复实验, 设计了 PPM-PTC 这一独特的编码调制方式 (见图 1) 即把 PPM

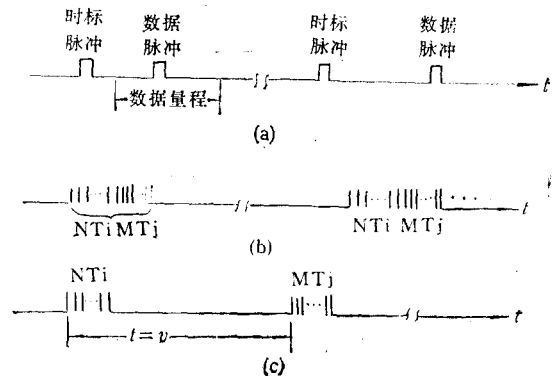


图 1 PPM-PTC 编码调制方式  
Fig. 1 PPM-PTC code pattern

码带信息量的两个码元分别用两个周期不同的脉冲列  $nT_i$  和  $mT_j$  代换 ( $n, m$  为脉冲个数)。同时对  $T_i, T_j$  二脉冲列的最小间距, 周期及脉宽等给予抗干扰设计, 使之实现系统对信息测量精度方面的要求。设计中充分利用系统应答器线路的功能, 满足了仪器的设计及使

1) 黄衍镇, 1986。水声释放器的指令编码及其信号检测第一届水声学会学术交流会论文。

用要求。

## II. 电路实现

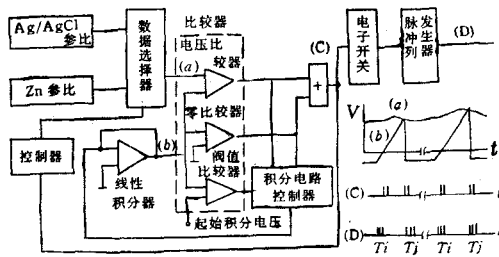


图 2 PPM-PTC 编码电路原理

Fig. 2 The principle of PPM-PTC code circuit

Ag/AgCl 参比电极和 Zn 参比电极测得电位值(a)与超线性积分器产生的积分电压(b)同时送入比较器进行比较。积分器电路采用高精度集成运算放大器,其精度优于 0.05%。比较器也是用性能良好的集成运算放大器,参比电压比较器和零比较器的输出构成 PPM 编码(c)。此编码信号(c)一方面送入由电子互锁开关和脉冲列发生器组成的 PTC 编码器,PTC 编码器把带信息量的 PPM 两个码元转换成周期不同的两列脉冲输出,其输出(D)则形成 PPM-PTC 信息编码信号。另一方面,通过控制器使数据选择器按需要选取不同参比进行测量。积分电路控制器用来控制线性积分器,使之按要求每触发一次产生一个锯齿波。

## III. PPM-PTC 编码有关参数确定

海洋声信道是时空多变的复杂信道,海面、海底、散射层和其它边界及海水媒质的声学特性,决定着整个声场的特性。虽然海洋声信道引起信号畸变的因素很多,但主要是介面的反射、散射及各种噪声对声信号接收的干扰。为使 PPM-PTC 编码信号在传输中具有高的抗干扰能力,提高系统信息处理器信号测量精度。需对 PPM-PTC 脉冲信号参数进行合理的设计。

### III.1. PPM 码元最小位置间隔的取值

已知信道物理场起伏的时间范围为  $10^{-2}$ — $10^{8[2]}$ ,因此要避免信道随机不均匀性对系统测量精度的影响,PPM 信号码元的最大位置间隔时间应小于  $0.01s$ ,这样的间隔时间对于 PPM 传输信息的特点和克服多路径干扰是不合理的。在本系统对信息速率要求不高的情况下,浅海信道的多路干扰是 PPM 传输必须克服的重要干扰。在设计上,避免或减少这种干扰的有效方法之一是增加相邻两脉冲位置的时间间隔。

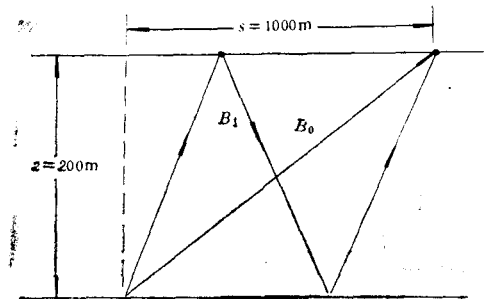


图 3 介面反射示意

Fig. 3 The diagram of the interface reflection

浅海介面反射的简单射线理论分析如图 3 所示。设  $B_n$  代表经  $n$  次海面反射和  $n$  次海底反射后到达接收点的声线路径。其等效距离为:

$$r_n = [s^2 + (2n+1)^2 z^2]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

当  $n=1, z=200m, s=1000m$  时,  $r_0=1019.8m, r_1=1166.19m$ 。

因海面反射损失接近于零,海底反射损失为 10dB 左右,所以经一次海面、海底反射后的信号,有可能被误接收。经  $B_1$  路径的干扰信号比通过  $B_0$  的直达信号延时  $T$  到达接收点:

$$T = \frac{r_1 - r_0}{c} = 0.1(s)$$

为了克服经  $B_1$  的多路径信号对 PPM-PTC 脉冲产生干扰,则其相邻不同周期脉冲列的最小间隔应大于  $0.1s$ 。

### III. 2. 模拟量的 A/D 变换率取值的确定

对 A/D 变换率大小取值的确定,在本系统对速率要求不高的情况下,可以从减少信道物理场随机起伏对测量精度的影响来考虑。由上述可知,在相邻信号码元相继通过信道的大

于 0.1s 的时间内, 信道物理场是不稳定的, 这种不稳定使相邻码元到达接收点的时间产生起伏。尤其当测量条件使发送器和接收器的相对漂移较大时, 这种时间起伏将是明显的, 若最大的时间起伏为全程的 1%, 在工作深度  $z=200$  m, 倾角  $60^\circ$  时(见图 2), 则信号到达接收点的最大时间起伏值为:

$$T = r_0/c \times 0.01 = 7.8 \times 10^{-3}s$$

若要求这些起伏值对测量精度的影响小于 15mv, 则构成 PPM 脉冲的 V-T 变换率应为:

$$15mV/78ms \approx 2mV/ms$$

### III. 3. 脉冲周期 $T$ 的选取

系统采用时间自相关处理器进行信息处理, 从文献<sup>[3,4]</sup>结论可知, PTC 脉冲列周期  $T$  的取值为  $n + ms$  时最佳, 经实验确定, 系统  $T_1$ ,  $T_2$  为

$$T_1 = 25.5ms, \quad T_2 = 36.5ms。$$

## IV. 结 论

IV.1. 编码灵活, 电路简单, 由于充分利

用系统应答编码器的功能, 使设计更加合理。体积小, 满足系统水下工作要求。

IV. 2. 保护电位的 PPM-PTC 水声编码传输抗干扰能力强, 参数设计合理, 实验证明系统信号检测处理准确, 可靠。

IV. 3. 耗电少, 由于采用微功耗级的 CMOS 器件, 编码器静态电流  $\leq 1mA$ , 克服了水下装置长期供电的困难。

## 参 考 文 献

- [1] 何恩典, 1980. 水声遥控技术的进展. 厦大科技 1: 27.
- [2] 卢光莫, 1983. 水声遥测, 海洋出版社.
- [3] 许天增, 1984. 数字时间自相关积累及其在浅水信道中数据传输上的应用. 厦门大学学报自然科学版 1: 51-59.
- [4] 梁筠莲, 1980. 数字相关器及其实现方法. 厦门大学学报(自然科学版) 4: 60-65.
- [5] Guo Jinnian, Xu Bin, Lu A ping, 1988. The Development of Cathodic protection, potential Survey Equipment for submarine pipeline. Proceedings of International Conference. 382-387.

## THE DESIGN OF THE PPM-PTC ACOUSTIC TRANSMISSION PATTERN IN THE TELEMETERING SYSTEM FOR THE PROTECTION POTENTIAL OF THE SUBSEA PIPE-LINE

Xu Bin, Guo Jinnian, Lu A ping, Wu Jialin and Zeng Rensen  
(Fujian Institute of Research on the Structure of Matter Academia, Xiamen)

Received: Jan. 12, 1989

Key Words: PPM-PTC code

### Abstract

In this paper, the PPM-PTC(Pulse Potential Modulation-Pulse Time Code) are designed to transmit the acoustic information of the cathodic protection potential of the subsea pipe-line. The coding method and the principle of PPM-PTC coder are introduced. Its main parameters are selected according to the characteristics of the marine acoustic transmission and special requirement of the telemeter to measure the potential of corrosion and protection of the subsea pipe-line in situ and reliably.