

80-87

# 编码遥控发送机的研制

P315.78

P315.62

豆耀华

(中国地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

**摘要** 介绍了一种专用编码和译码的多路遥控指令的发送系统. 该系统以键控计数译码、数据选择、环形延时标定、编码、振荡分频、门控及载频放大电路为核心电路. 电路设计巧妙, 实用性强, 适用范围广. 长期实际运行证明, 该系统十分稳定可靠, 达到了原设计的各项技术指标要求.

**关键词** 遥测台网, 编码遥控发送机

地震台

## 1 概述

这种发送机是一种远距离传送的自动控制装置, 是产生和发送遥控指令的仪器设备, 是一种脉冲数字信号的传输系统. 它把传送的信息变换成脉冲序列调制正弦波载频来进行远距离的遥控, 从而成为遥测地震传输台网的主要传输设置之一, 通常用于遥控地震台站上的仪器和设备的工作方式. 利用本机可在台网控制中心定时自动或随时手动向各网点同时发送各种遥控指令, 各观测点上的接收机接收到遥控指令后作出相应的具体动作. 这些遥控指令可以自动开启或关闭观测点上的仪器, 自动切换仪器设备的工作电源或者自动标定各种周期的拾震器, 同步观测点上的前兆设备内的时钟, 呼叫观测点上的维修人员, 也可用于其它自动控制.

该机全部采用了进口 CMOS 数字集成电路及部分模拟线性集成电路, 并按其要求进行了高度集成化设计以减少由于插件多和不便于维修所造成的不可靠性, 同时消除了音片振荡器所产生的噪声污染.

## 2 主要功能

(1) 可向 20 个观测点手动或自动发送以下 5 种遥控指令:

“钟同步”同步观测点上前兆传输设备内的时钟.

“呼叫”供台网控制中心与观测点维修人员业务联系用.

“短周期标定”标定短周期拾震器.

“中长周期标定”标定中长周期拾震器.

“长周期标定”标定长周期拾震器.

它们的指令码分别为: 0011, 0100, 0101, 0111, 1001, 是由不同脉冲序列组成的, 可单独发送其中任何一种指令.

(2) 短、中、长周期标定设有供计算机自动识别的编码信息, 它们分别为: 111, 110, 101, 计

收稿日期: 1997-04-15

作者简介: 豆耀华, 男, 1952年6月生, 高级工程师, 从事遥测地震台网传输管理工作.

计算机识别后可自动测量其标定信号的振幅、周期、延时时间并打印出测量结果, 减少了手工测量的负担。

(3) 设有供计算机自动标定启动电路, 可定时自动启动标定指令, 无需手动操作。

(4) 设有环形标定电路, 由数字钟站或其它阶跃脉冲信号启动后, 短、中、长周期指令经过一段时间的延迟后即可发出, 这样设计的目的是防止同一观测点在进行短、中、长周期同时标定时发生地震而导致 P 波丢失或所记地震波形失真。

(5) 设有封锁电路, 当地震发生时, 利用地震触发器输出的阶跃脉冲封锁各指令的发送。

(6) 当发送某一指令时, 其它指令同时自动封锁, 即不能同时发送两种以上指令。

(7) 手一触及按键, 指令发送立即执行, 指示灯熄灭后便发送完毕。

(8) 设有钟同步指令自动发送电路接口。

(9) 各种指令发送均设有发光指示和电表指示电路, 被发送的每路指令信号的大小均在面板设有可调电位器。

### 3 整机主要技术性能和电路框图

#### 3.1 主要技术性能

(1) 指令信号的脉冲频率为 3.12 Hz。

(2) 指令信号的载频频率为: 3 300 Hz 和 2 600 Hz, 允许最大频偏  $\pm 10$  Hz。

(3) 指令载频信号电平可调范围:  $0 \sim 20V_p-p$ 。

#### 3.2 电路框图

如图 1 所示, 电路将非正弦波振荡器产生的 52.8 kHz 和 41.6 kHz 的频率信号分别分频成 3.3 kHz 和 2.6 kHz 的频率信号, 经过 5 阶有源滤波器后的正弦波信号馈入交流控制门电

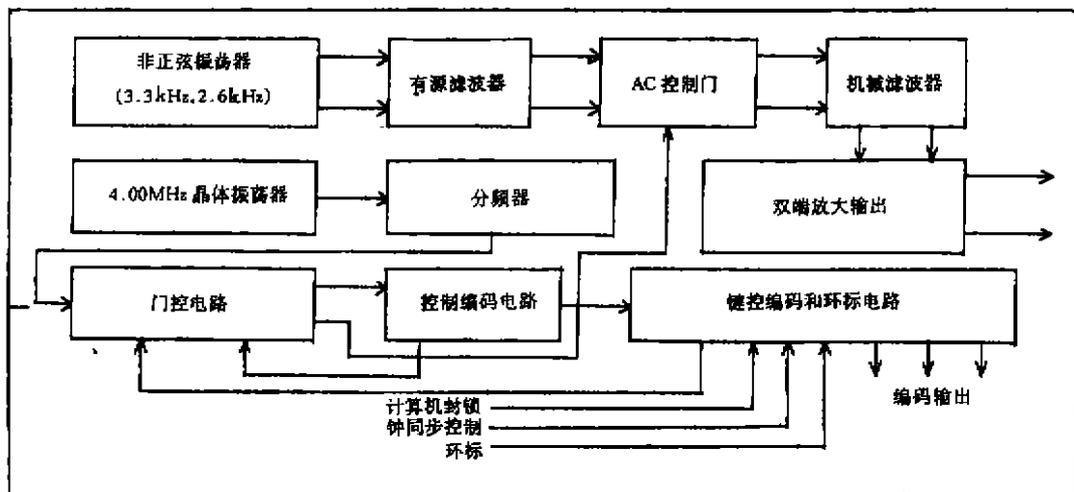


图 1 整机电路工作框图

Fig. 1 The Circuit diagram of the whole system.

路。4 MHz 振荡源经分频后将计数和指令信号脉冲送入门控电路, 当键控编码电路触发后送出的地址信号使计数译码电路计数后, 指令信号的脉冲使交流控制门打开, 载频信号经过机械滤波、载频放大而发送到遥控终端。

### 4 主要单元电路基本工作过程和设计方法

### 4.1 键控编码和环形标定电路

本电路主要是用于由与非门、R-S锁存器、单稳触发器及控制显示器等组成的闭锁键控指令的编码和环形标定的电路。电路如图2所示,开启电源后由计数译码电路板输出到A11端的负向复位脉冲使所有锁存触发器全部复位。如长周期标定指令的形成过程是:按下SW3后使U1:C单与非门翻转后U9:A双与非门的输出翻转,使R-S锁存器U11的10脚变为“1”态,

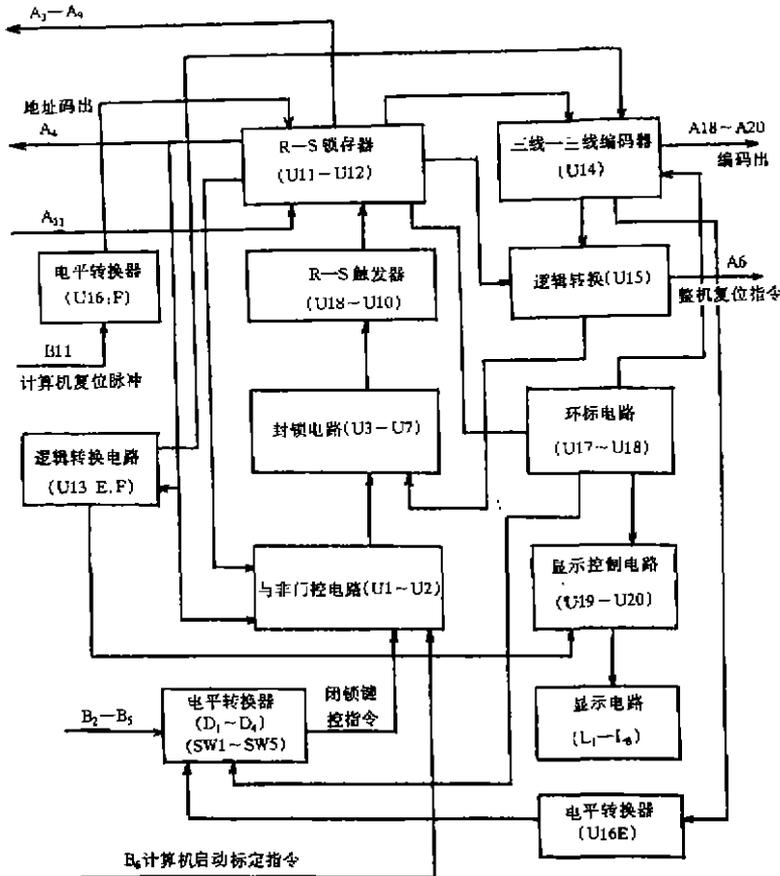


图2 键控编码和环标电路

Fig.2 Keying coding and ring demarcating circuit.

作为地址码送给计数译码电路板,此地址码使U2:F翻转成“0”态,封锁了其它4个指令的发送;另一回路使U13:E、F相互翻转后使U19:C的CD4066集成电路触发导通,长周期标定指示灯L3发光二极管导通发光。同时U13:E输出的低电平供给由U14:A、B、C组成的三线——三线编码器,它能将每一根输入线上的低电平信号在输出端上转换成对应的三位二值码,即实现对输入编码的组合逻辑,此时输出为“长标”编码101。同时U15的输出使U3~U7的八输入端与非门全部翻转为“1”态,使锁存器锁存,所有指令闭锁,待长标结束后由A11端送来的复位脉冲复原后处于等待状态。

环标电路由U17:A、B和U18:A、B两个单稳电路组成。它具有稳态和暂态两种工作状态,在没有外加信号触发时电路处于稳态,在外加信号触发下电路从稳态翻转到暂态而且经一段时间后电路又会自动返回到稳态,暂态时间的长短取决于电路本身的参数。与触发信号作用时间长短无关的基本原理为我们提供了设计参考。由计算机或钟站提供的阶跃脉冲使U16:F

翻转后, U16:E 输出的负向脉冲使 D1 导通, U1:A 翻转进行“短标”发送. 同时 U12 的 9 脚脉冲的上升沿使 U17:A 翻转, 延时 60 s 后的下降沿使 U17:B 翻转.  $\bar{Q}$  端的负脉冲使 D2 导通进行“中标”, 此时延时近 3 s 后 10 脚的下降沿使 U18:A 翻转, 延时 15 分钟后又触发 U18:B 翻转, 使 D3 导通进行“长标”. 在此过程中环标指示灯 L6、L7、L8 分别延时发光. 如此循环一次结束后, 输出的 3 种编码信号依次为 111、110、101.

#### 4.2 载波产生电路

本电路是由 LM131N 集成电路组成的产生一定频率和一定脉宽的矩形波振荡源. 电路如图 3 所示. 由电路内部的时基电路根据比较器输出电压极性的变化周期性地接通恒流开关并

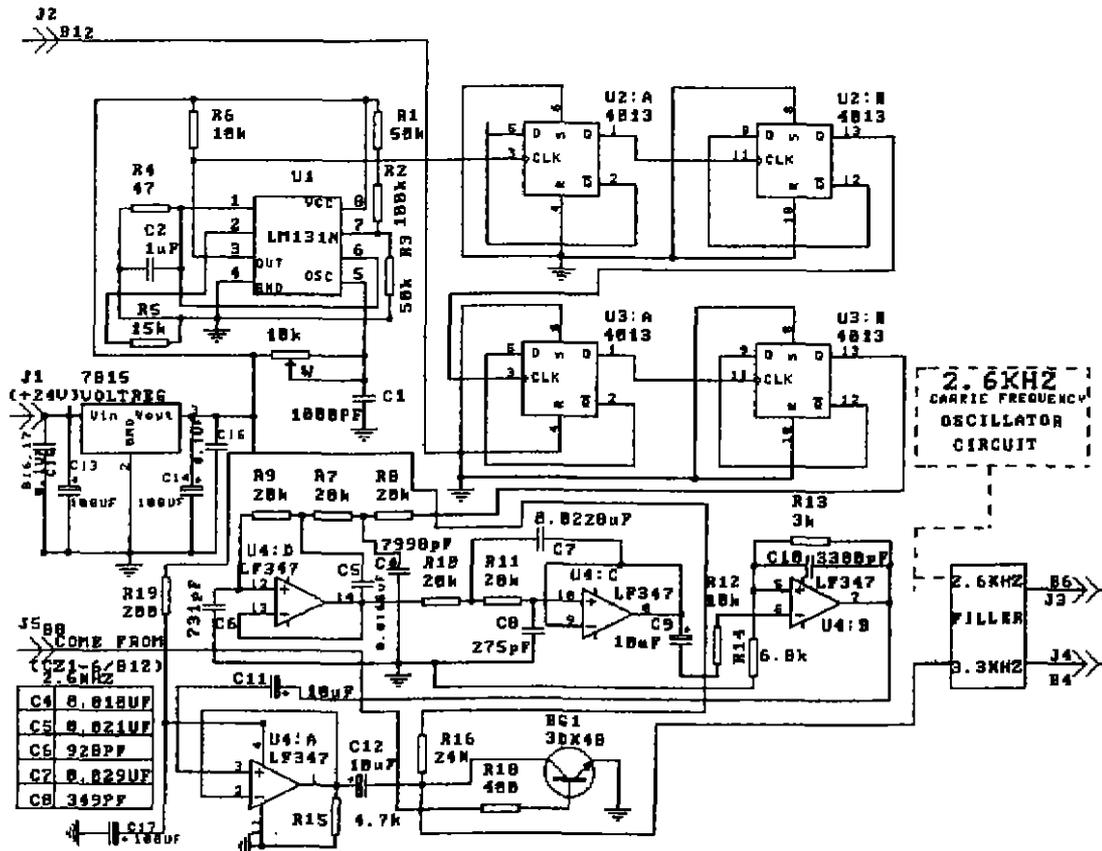


图 3 载波产生电路

Fig. 3 The carrier oscillator circuit.

对外电路电容 C2 充电, 其输出频率的变换关系式为:

$$f_0 = \frac{1}{V_s} \cdot \frac{R_5}{R_4} \cdot \frac{1}{1.1W \cdot C_3} \cdot V_0$$

式中  $V_s = IR_5$ ,  $I$  为恒流源, 因此  $V_s$  保持不变;  $V_0$  为 7 脚的偏置源. 电位器  $W$  和电容器  $C1$  是振荡频率的定时元件,  $f_0$  调至 52.8 kHz. 由 3 脚输出供给由 U2 和 U3 组成的四级分频网络进行分频后, 由 U3:B 输出 3 300 Hz 的高低两种电平持续期相等的对称方波脉冲. 由于矩形方波脉冲的频谱含有高次谐波, 为便于发送传输, 取其基波需滤除高次谐波, 所以由 U4 组成 5 阶切比雪夫 0.5dB 有源低通滤波器. 它的设计是根据技术指标要求求出可物理实现的转移函数并将它分解成低阶函数(主要是二阶函数)之积, 将这些低阶函数分别用有源电路实现后再联

级起来就实现了原转移函数,也就实现了低阶函数的基本节.本电路三极点传递函数为

$$T(S) = \frac{1}{S^2A + S^2B + SC}$$

式中  $A = C_1C_2C_3, B = 2C_3(C_1 + C_2), C = C_2 + 3C_3$ .

二极点的传递函数为

$$T(S) = \frac{1}{C_1C_2S^2 + 2C_2S + 1}$$

二极点传递函数也可由极点坐标表示,即

$$T(S) = \frac{1}{\frac{1}{\alpha^2 + \beta^2} \times S^2 + \frac{2\alpha S}{\alpha^2 + \beta^2} + 1}$$

$\alpha$  和  $\beta$  为极点坐标的实部和虚部.

查得 5 阶时参数为:

$$\begin{aligned} C_1 &= 6.842 & C_2 &= 3.307 & C_3 &= 0.3033 \\ &9.469 & &0.114 & & \end{aligned}$$

求得三极点:  $C_4 = 7998PF, C_5 = 0.01649\mu F, C_6 = 731PF$ , 求得二极点:  $C_7 = 0.0228\mu F, C_8 = 275PF$ , 而且将运算放大器设计成电压跟随电路,其闭环增益为 1, 具有非常高的输入阻抗和接近零的输出阻抗. BG1 是受指令脉冲控制的, 当控制脉冲为“0”时, 正弦波注入窄带机械滤波器; 而当控制脉冲为“1”时, BG1 导通, 正弦波通过 BG1 接地, 这样输出的便是被 3.12Hz 调制的正弦波.

### 4.3 脉冲产生电路

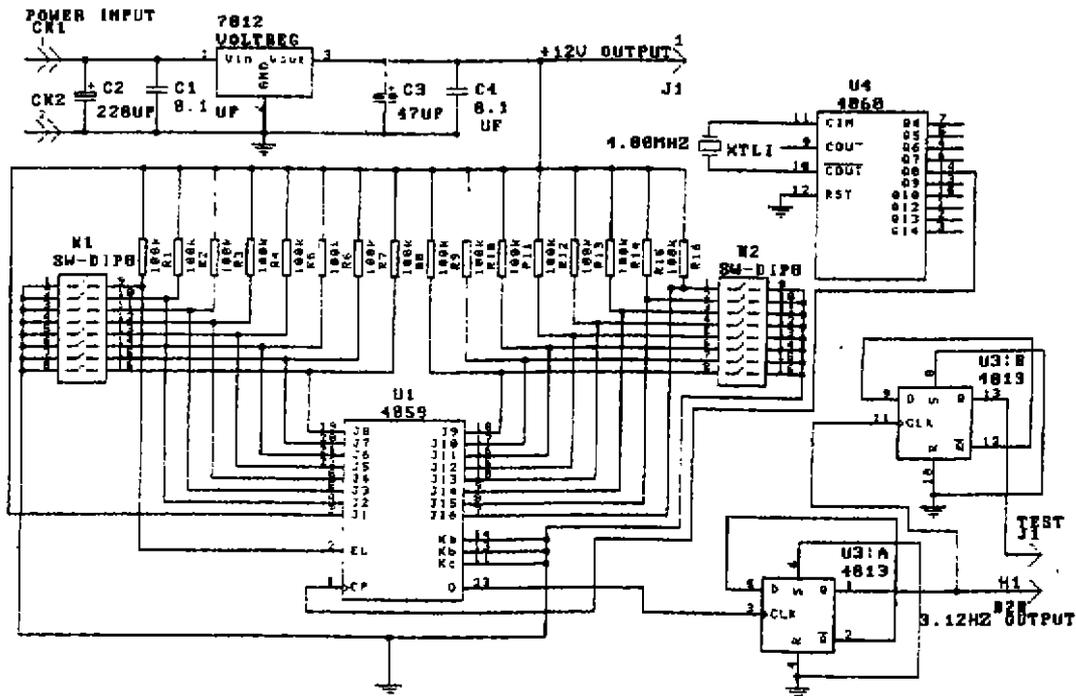


图 4 脉冲产生电路

Fig.4 The pulse forming circuit.



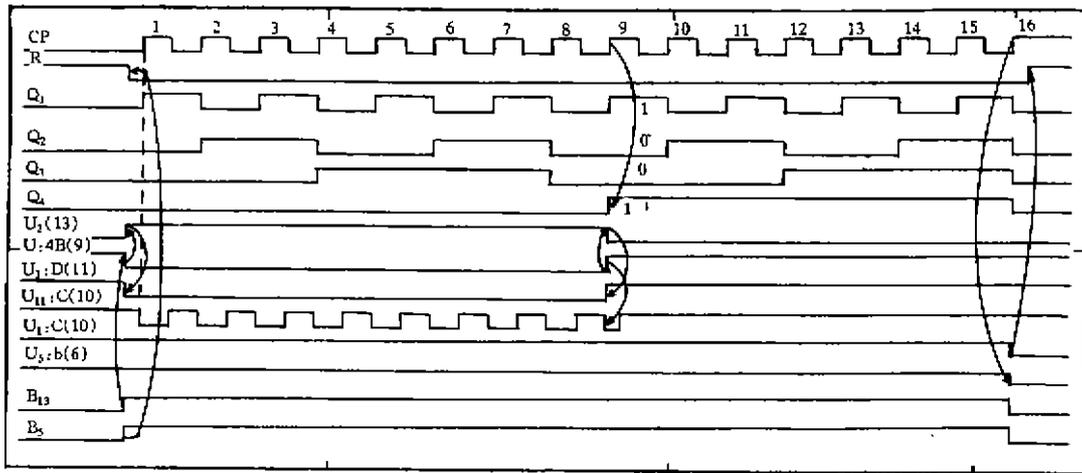


图6 计数译码电路工作波形

Fig. 6 The working wave forms of counting decode circuit.

发器复原,控制部分也同时复原以等待下一个指令发出. U1:A 组成整机指令信号发送的“封锁”电路.

4.5 载频放大电路(图7)

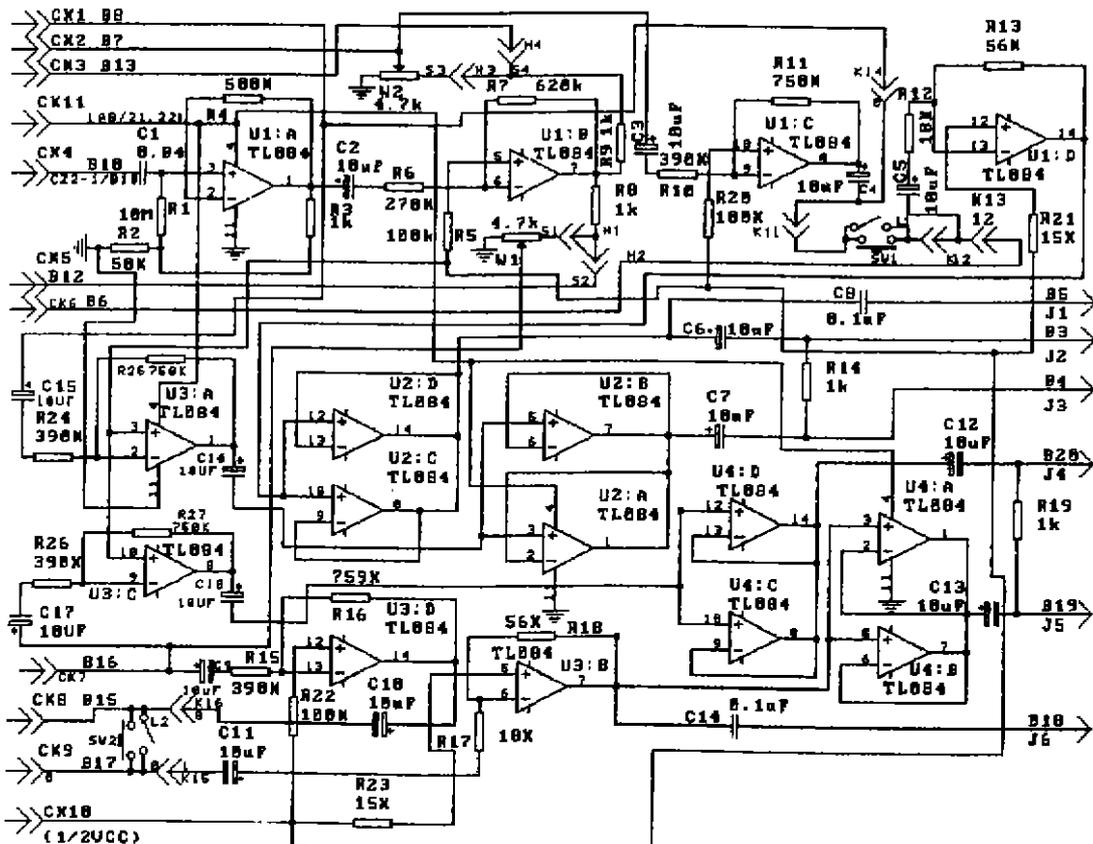


图7 载频放大电路

Fig. 7 The carrier frequency amplifier circuit.

该电路是由运放组成的交流耦合联级放大电路.由于机械滤波器输出阻抗非常高,故要求该电路具有较高的输入阻抗匹配.我们采用了“自举技术”来提高输入阻抗,由U1:A组成高输入阻抗缓冲级.在一般情况下,输入阻抗等于R1,要增加输入阻抗就得增大R1,当R1超过10MΩ时,电路稳定度下降.采用自举电路后,R1的压降为十分之一,输入电流变为十分之一,可见输出阻抗提高了十倍.经U1:B放大后的信号由W1和W2分两路同相位输出,W1的信号同时输给U3:C和U3:D放大电路,U3:B反相后耦合到驱动级U4:A和U4:B的输入端,而由U3:C输出的另一支路接于U4:C和U4:D的入端,所以在驱动级输入端得到的相位差为180°的两个信号通过并联的射随电路在R19两端作为一路信号输出;另一路在R14两端以相同的方式输出.

## 5 讨论与结论

全部采用CMOS和模拟集成电路设计的遥控发送机经过一年多的实际运行证明,电路结构简单合理,工作稳定可靠,功能完全满足台网控制要求.电路板全部采用插件式以便于维修.

为了进一步简化电路,目前我们选用了美国爱特梅尔(Atmel)公司新近推出的单片机TA89C 2051 CPU芯片来代替上述电路.该机功耗十分低,可采用直流供电,而且体积非常小,应用前景十分广阔.

此项工作在研制、组装、调试阶段曾得到了监测中心许多同志的支持和帮助,在此一并致谢.

## 参考文献

- 1 陆道政,等.自动控制原理及设计.上海:上海科学技术出版社,1978.
- 2 中国通信学会.现代数字通信技术.北京:人民邮电出版社,1987.
- 3 栾正禧.中国邮电百科全书.电信卷.北京:人民邮电出版社,1993.
- 4 豆耀华,等.有源带通滤波器的设计、调试与应用.西北地震学报,1996,18(1):77~82.
- 5 豆耀华.群集放大、鉴频和锁相电路的研制.西北地震学报,1997,19(1):83~88.

## THE MANUFACTURE OF CODING REMOTE CONTROL TRANSMITTER

DOU Yaohua

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, CSB*)

## Abstract

A special coding-and-decoding transmitting system with multichannel remote control commands is introduced in this paper. Its key circuits are the keying decoding circuit, data selector circuit, ring time-delay demarcation circuit, coding circuit, oscillating frequency demultiplier circuit, control system circuit and carrier frequency amplifier circuit. The circuits have clever designs, strong practicability and wide application range. The long-term practice has proved that the system was very stable and reliable, and accorded with the demands of technical indices in the original designs.

**Key words** Telemetric seismic network, Coding remote control transmitter