

# 单片机在水声通讯中的应用

高守勇<sup>1</sup>, 孙兵<sup>2</sup>

(1. 91388 部队 95 分队, 湛江 524022; 2. 湛江海洋大学计算机系, 湛江 524022)

摘要: 文章以水声通讯设备改进、提高为实例, 介绍了单片机在该类设备中的具体应用。并重点阐述了在软件编程中判码方法等关键技术。

关键词: 单片机; 指令格式; 判码

中图分类号: TN929.3 文献标识码: A

## Application of MCU in the underwater acoustic communication

GAO Shou-yong<sup>1</sup>, SUN Bing<sup>2</sup>

(1. 91388 team 95 unit 2. Computer department of Zhan Jiang Ocean University, Zhan Jiang 524002, China)

Abstract: The thesis introduces the application of MCU in the underwater acoustic communication, through an instance of improvement on actual equipment, and expatiates on method of code distinguish in program.

Key words: MCU; code format; code distinguish

### 1 引言

水声通讯设备是从事海洋环境研究与应用的必备工具。由于海洋环境条件恶劣, 对水声通讯设备的可靠性、可维性、功能和功耗都有特殊的要求, 尤其是在当今, 围绕提高设备的可靠性、可维性、降低功耗这一课题, 各国都在积极开展应用研究, 并取得了突出的进展。

在较老的水声通讯设备中, 一般都采用大量触发器、寄存器、译码器、门电路等数字集成电路完成鉴宽、译码及产生应答信号等功能, 其电路构成及时序较为复杂, 且功能难以扩充。

单片机具有功能强、体积小、功耗低、可靠性好等独特优点, 已广泛应用于传统工业技术改造及新产品新技术等各个方面。采用单片机可以方便、可靠地完成水声通讯中数字信号处理的各项功能, 并且很容易实现功能的扩展。

本文以某型水声通讯设备改进提高为实例, 介绍单片机在该类设备中的具体应用。

### 2 应用背景

#### 1 某型水声通讯设备原理框图

收稿日期: 2000-11-10; 修回日期: 2001-03-15

作者简介: 高守勇(1973-), 男, 云南巧家人, 助理工程师, 研究方向: 电子技术应用。

如图 1 所示, 某型水声设备的水声遥控应答单元采用了触发器、寄存器、译码器、门电路、晶振等 10 多片数字集成电路完成鉴宽、译码及产生应答信号, 只能译出 3 个固定码, 完成 3 种遥控功能, 极大地制约了该型设备的技术改造和功能扩充。

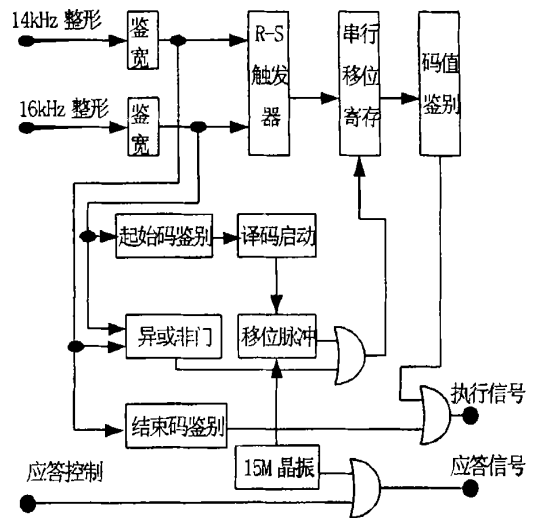


图 1 老设备原理框图

#### 2 指令格式

水声通讯中一般都采用具有一定间隔和不同填充频率的编码。某型设备使用如下 3 种遥控指令:

- 遥控测量指令
- 遥控记录指令
- 遥控关机指令

信号格式如图 2。14kHz 代表逻辑 1，16kHz 代表逻辑 0，则指令码分别为：

测量：1101      记录：0010      关机：0101

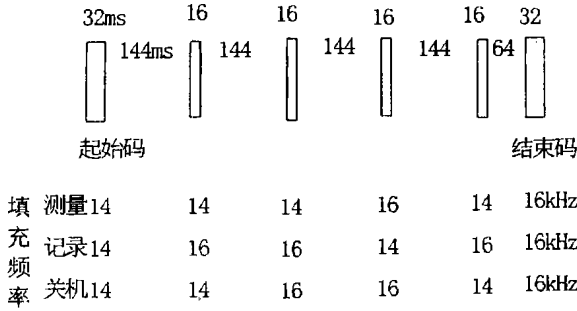


图 2 指令格式

### 3 硬件说明

#### 1 原理框图

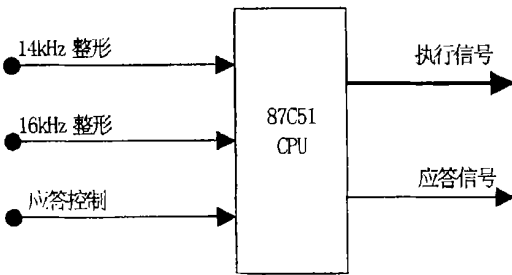


图 3 单片机水声遥控信号处理原理框图

如图 3 所示，采用单片机取代原设备复杂的数字电路，利用软件实现水声遥控信号译码及产生应答信号，结构简洁可靠。

#### 2 电路设计

用一片 87C51 单片机和反相器取代原来整块译码板，见图 4。87C51 功耗只有 128mW，适用于低功耗的水下值守设备。它具有 4K 字节片内 EPROM 和 128 字节片内 RAM，无需扩展外部存储器。

六反相器 4049 主要起接口缓冲作用，空余的 3 路并联起来可以直接驱动功放电路。用起始码 14kHz 整形信号作 INT0 中断源，触发中断后开始读码。用来自值守单元的应答控制信号作 INT1 中断，控制 87C51 发应答信号。

### 4 软件设计

#### 1、总体设计

软件功能：

- 读入 14kHz 和 16kHz 整形信号
- 译码

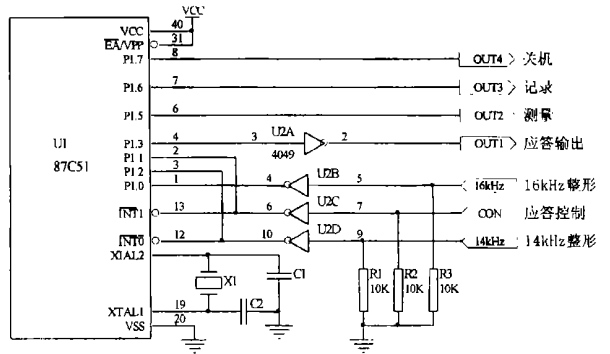


图 4 某水声通讯单元控制电路原理图

判码并发送控制指令到值守单元  
发送 15kHz 应答信号

设计思想：

用端口值累加和与码宽特征值比较实现鉴别  
用 T0 定时 1ms 读端口

INT0 中断作起始信号，开始读码，并关闭 INT0 和 INT1

在 INT1 中断服务中发送应答信号

程序中使用寄存器作全局变量，如表 1 所示：

表 1 寄存器资源分配说明

寄存器	说 明
R0、R1	端口值累加和寄存器
R2	码位标志寄存器 (00H 起始码~ 15H 结束码)
R4、R5、R6	延时计数器
R7	码宽值寄存器 (起始码 32ms、间隔 16ms )
20H	CODER, 指令码寄存器
00H	COD0, 指令码寄存器末位
7FH	ERRF, 出错标志位，1 正常，判码出错时清零

#### 2 T0 定时读码

利用 T0 定时器产生 1ms 采样周期，在 T0 服务子程序中读码。

87C51 使用 12MHz 晶振，一个机器周期为 1 μs，采用方式 1，则 1ms 定时器初值为：

$$TC = 2^{16} - 1ms / 1 \mu s = 64536 = FC18H$$

16 位定时器要求软件重装初值，考虑到响应中断所消耗的机器周期，在中断服务中将初值调整为 FC20H，可获得精确的 1ms 定时。

程序每毫秒中断 1 次，并采样 1 次端口。将 P1.0/16kHz 整形信号采样值累加在 R0 中，P1.2/14kHz 整形信号采样值累加在 R1 中。中断服务程序如下：

```

BRT0:  MOV TH0, # 0FCH ; 重装初值
        MOV TLO, # 20H
RDP:   JB P1.0, RDP1 ; 读端口
        INC R0 ; P1.0= 0, R0+ 1
RDP1:  JB P1.2, RDPE
        INC R1 ; P1.2= 0, R1+ 1
RDPE:  DEC R7 ; 码宽计数器- 1
        RETI

```

### 3 判码

判码是软件设计的关键, 直接决定了通讯单元工作的可靠性。用端口累加值与预定特征值作比较, 符合要求时将相应的码存入 CODER, 否则清零出错标志位。程序流程如图 5:

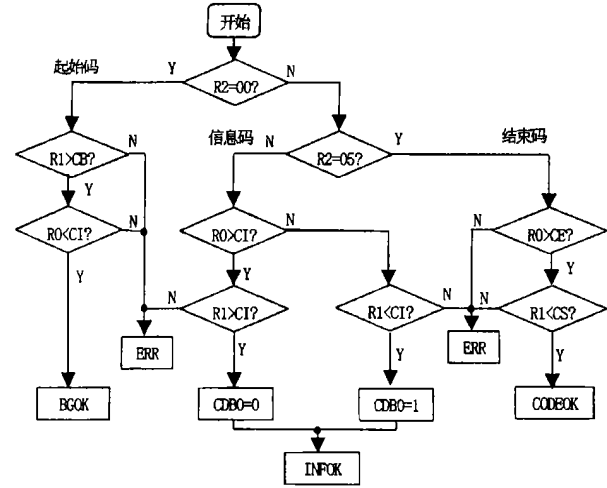


图 5 判码程序流程

14kHz 信号 1 累加值存于 R1, 16kHz 信号 0 存于 R0。对各码位的判识要求如下:

- 起始位: R1 CB R0 CB
- 结束位: R1 CE R0 CB
- 信息位: R1 CI R0 CI 码 1
- R0 CI R0 CI 码 0

注: CB、CE、CI、分别为起始码、结束码、信息码的判据。

对于 144ms 和 64ms 间隔也可设相应的判据, 要求 R0、R1 都不能大于判据。实际上可以不予理会, 仅空读 144ms/64ms。

### 4 应答

应答程序在系统值守板的控制下发送 15kHz 应答信号。利用软件产生的填充频率可以达到相当高的精度, 实测为 14.925kHz, 误差仅为 0.5%。实际上当填充信号的周期为 1 s 的整数倍时, 可以获得相当精确的频率, 其误差仅取决于晶振的频率精度。

15kHz 信号周期为 67 s, 程序采用软件延时, 循环在 34 s 中将端口置 1, 再清零 33 s。

编写适当的应答代码, 可以将水下值守设备中的数据发送出去, 实现真正意义上的水声通讯。

### 5 结束语

单片机技术成功地应用在测量设备的改造中, 为水声工程技术革新提供了新途径, 通过软件译码, 可避免多途效应给水声接收机带来的干扰, 大大提高水声通讯的抗干扰能力。

通过简单的修改全局变量(码宽、间宽、判据等)就可以方便地适应不同的编码。利用现有的 4 位编码就可以扩充 13 条遥控指令, 完成更多的遥控功能。

编写少量的代码就可以构成实用的水声通讯机, 传送 4 位或 8 位指令和数据, 通过遥控应答方式在水面遥控并读取水下测量设备的状态和特征数据, 如深度、电源剩余容量、总声级等。

在较简单的水下值守设备中, 如释放器、应答器等, 可以选用功能单一, 功耗更低的单片机可靠地完成老产品中几块板的功能。

理论和实践都充分证明, 在新研制的水声设备中可广泛应用单片机技术。

#### 参考文献:

[1] 李朝青. 单片机原理及接口技术[M]. 北京, 北京航空航天大学出版社, 1991

(上接第 163 页)

(3) 上述采用尺寸参数及工艺参数完全适用于微型汽车的铸铁缸体的珩磨, 直径可推广应用于 45mm~65mm。珩磨其它尺寸参数可根据缸体的实际尺寸进行设计, 直径可扩大到 65mm~100mm。

(4) 根据珩磨其它尺寸试验, 如珩磨 86 钢质薄壁缸套, 采用粗精两次珩磨, 尺寸精度可稳定控制在 IT6 级, 圆度、圆柱度可达 IT7~IT6 级, 粗糙度 Ra0.05 μm, 铸铁缸体精度要求高时, 同样可采用优化工艺参数的方法 ( $v_{主}$ 、 $v_{往}$ 、磨料、粒度) 来达到更高的要求。

#### 参考文献:

[1] 隈部淳一郎著. 精密加工 振动切削基础和应(中译本)[M]. 日本: 机械工业出版社, 1985. 41-447.

[2] 李祥林, 薛万夫, 张日升. 振动切削及其在机械加工中的应用[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1985. 128-134.

[3] 祝锡晶. 功率超声加工中新型换能器的研制. 中国机械工程学会第三届全国青年学术会议论文集[C]. 北京: 机械工业出版社, 1998. 823-825.

[4] 奚凤丰, 王诚德. 磨具上附加超声波的切削加工机理[J]. 电加工, 1987, 2: 2-23.