# 十一、信号音产生与检测电路

在通信系统和通信网络中，为保证设备间或用户间的互通和正常的维护管理，除需传送话音、数据等业务信息外，还必须传送各种专用的附加控制信号。对于程控交换系统，通常需要发送和接收各种称之为“信令”或“信号”(Signalling)的控制信息，来完成交换机协调动作，实现用户呼叫的处理、接续、控制与维护管理等功能。

程控交换机中的信令一般分为用户线信令与局间(或中继线)信令，或者分为监视信令、地址信令和维护管理信令。对于用户线信令，主要在模拟用户线上传送(至于数字用户线放在第十三部分介绍)，其信号音要符合有关的规定，我国要满足 GB3378－82、GB3380－82标准，包括：

(1)用户线监视信号

振铃音：　25±3Hz, 1S送/4S断，　90±15Vrms;

拨号音：　450±25Hz, 连续，　－10±3dBm;

忙音：　450±25Hz, 0.35S送/0.35S断，－10±3dBm;

回铃音：　450±25Hz, 1S送/4S断，－10±3dBm;

……

(2) DTMF 拨号信号

| 数字 $f_L$(Hz) \ $f_H$(Hz) | | H1 | H2 | H3 | H4 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1209 | 1336 | 1477 | 1633 |
| L1 | 697 | 1 | 2 | 3 | A |
| L2 | 770 | 4 | 5 | 6 | B |
| L3 | 852 | 7 | 8 | 9 | C |
| L4 | 941 | * | 0 | # | D |

(3)局间交流线路信号

如 CCITT 5号信令：　2400, 2600Hz(双音，连续)

CCITT R2 信令：　3825Hz(连续或 150ms、600ms)

中国一号信令：　2600Hz(连续或 150ms、600ms)

(4)局间记发器信号

如 CCITT R2 信令：前向和后向信号均为 6 中取 2 的多频(MF)组合编码；

中国一号信令：前向为 6 中取 2，后向为 4 中取 2 多频(MF)组合编码。见表 11－1 和表 11－2 所列。

目前 DTMF 拨号与收号电路已完全集成化了，在本书第四部分已专门介绍过，而单音频的信号音产生和检测多数选用一般的正弦振荡器和滤波器，也可采用呼叫信号音产生与检测专用集成电路，如 M991、M980、M981、M982、M984、MC145432 等。对于多频(MF)记发器信号的产生与接收，通常利用数字信号处理器(DSP)实现，或采用专用集成电路 M993、AMS3501、AMS3101、AMS3103、AMS3104 和 M986 等。

**表11－1 R2信令的记发器信号**

| 数码 | 前向信令（Hz） | | | | | | 后向信令（Hz） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1380 | 1500 | 1620 | 1740 | 1860 | 1980 | 1140 | 1020 | 900 | 780 | 660 | 540 |
| | $f_0$ | $f_1$ | $f_2$ | $f_3$ | $f_4$ | $f_5$ | $f_0$ | $f_1$ | $f_2$ | $f_3$ | $f_4$ | $f_5$ |
| 1 | * | * | | | | | * | * | | | | |
| 2 | * | | * | | | | * | | * | | | |
| 3 | | * | * | | | | | * | * | | | |
| 4 | * | | | * | | | * | | | * | | |
| 5 | | * | | * | | | | * | | * | | |
| 6 | | | * | * | | | | | * | * | | |
| 7 | * | | | | * | | * | | | | * | |
| 8 | | * | | | * | | | * | | | * | |
| 9 | | | * | | * | | | | * | | * | |
| 10 | | | | * | * | | | | | * | * | |
| 11 | * | | | | | * | * | | | | | * |
| 12 | | * | | | | * | | * | | | | * |
| 13 | | | * | | | * | | | * | | | * |
| 14 | | | | * | | * | | | | * | | * |
| 15 | | | | | * | * | | | | | * | * |

**表11－2 中国1号信令的记发器信号**

| 数码 | 前向信令（Hz） | | | | | | 后向信令（Hz） | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1380 | 1500 | 1620 | 1740 | 1860 | 1980 | 1140 | 1020 | 900 | 780 |
| | $f_0$ | $f_1$ | $f_2$ | $f_4$ | $f_7$ | $f_{11}$ | $f_0$ | $f_1$ | $f_2$ | $f_4$ |
| 1 | * | * | | | | | * | * | | |
| 2 | * | | * | | | | * | | * | |
| 3 | | * | * | | | | | * | * | |
| 4 | * | | | * | | | * | | | * |
| 5 | | * | | * | | | | * | | * |
| 6 | | | * | * | | | | | * | * |
| 7 | * | | | | * | | | | | |
| 8 | | * | | | * | | | | | |
| 9 | | | * | | * | | | | | |
| 10 | | | | * | * | | | | | |
| 11 | * | | | | | * | | | | |
| 12 | | * | | | | * | | | | |
| 13 | | | * | | | * | | | | |
| 14 | | | | * | | * | | | | |
| 15 | | | | | * | * | | | | |

# 呼叫信号音产生电路　M991

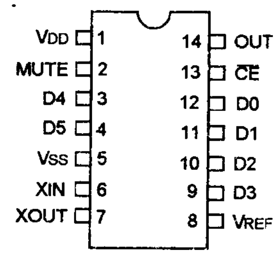
**简要说明**

该电路是 Teltone 公司生产的电话呼叫进程信号音发生器。内含数码输入接口、分频计数、振荡与定时产生、D/A等功能单元。可用作单音或双音信号的产生。其基本特性有：

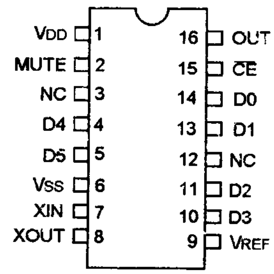
(1) 输入四位码（D3～D0）可控制产生单音信号（350、400、440、480、620Hz）或双音信号（350与440，440与480，440与620，480与620，941与1209Hz）。

| | |
|---|---|
| (2) 外接晶体频率 | 3.58MHz |
| (3) 电源 | +5V |
| (4) 功耗 | 20mW |
| (5) 工艺 | CMOS |
| (6) 封装 | DIP－14PIN |
| | SOIC－16PIN |

**引出端排列**




(DIP－14PIN)

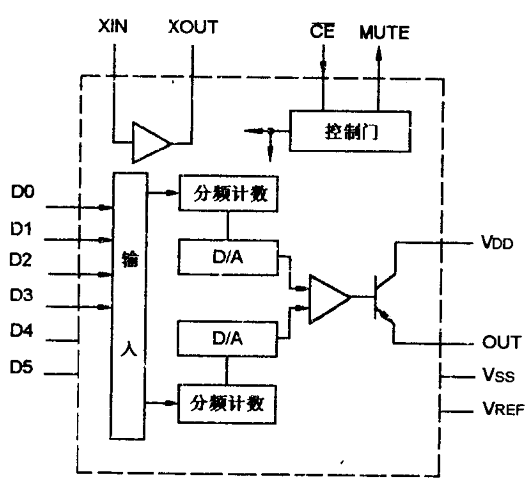



(SOIC－16PIN)

**引出端符号说明**

| | |
|---|---|
| D0～D3 | 数据输入 |
| D4～D5 | 未用，应开路 |
| XIN、XOUT | 晶体连接端，通常频率为 3.58MHz |
| OUT | 信号音缓冲输出 |
| $\overline{CE}$ | 数据锁存与输出允许信号，低电平有效 |
| MUTE | OUT 输出信号指示 |
| $V_{REF}$ | 参考电压（$V_{DD}/2$）输出 |
| $V_{DD}$ | 正电源，通常接 +5V |
| $V_{SS}$ | 地 |
| NC | 空 |

**功能框图**



## 电路的功能说明

信号音编码表:

| D3 | D2 | D1 | D0 | $f_1$(Hz) | $f_2$(Hz) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 350 | 440 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 400 | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 440 | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 440 | 480 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 440 | 620 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 480 | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 480 | 620 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 350 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 620 | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 941 | 1209 |

## 主要电参数

| 特性 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| 电源电压 | $V_{DD}$ | +4.75 | | +5.25 | V |
| 电源电流 | $I_{DD}$ | | 4 | | mA |
| 信号音输出电平 | $V_O$ | 100 | | 180 | mV |
| 工作温度 | $T_A$ | −25 | | +70 | ℃ |
| 贮存温度 | $T_{stg}$ | −55 | | +125 | ℃ |

# 通用呼叫信号音检测电路

# M980

## 简要说明

该电路是 Teltone 公司生产的电话呼叫进程信号音检测器，内含带通滤波、电平判决、时钟产生与输出控制等功能单元，可用在电话系统中作信号音（如忙音、拨号音、回铃音等）检测器或其它电子、通信设备作单音滤波器。其基本特性为：

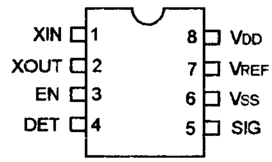
(1) 输入信号的检测灵敏度为 −38dBm，动态范围为 36dB。

(2) 可检测信号频带范围为 315～640Hz

| | |
|---|---|
| (3) 最小检测时长 | 40ms |
| (4) 外接晶体频率 | 3.58MHz |
| (5) 电源 | +5V |
| (6) 工艺 | CMOS |
| (7) 封装 | DIP−8PIN |
| | SOIC−16PIN |

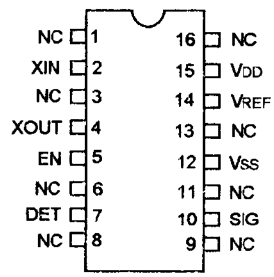
## 引出端排列

M980−01:




(DIP−8PIN)

M980−02:

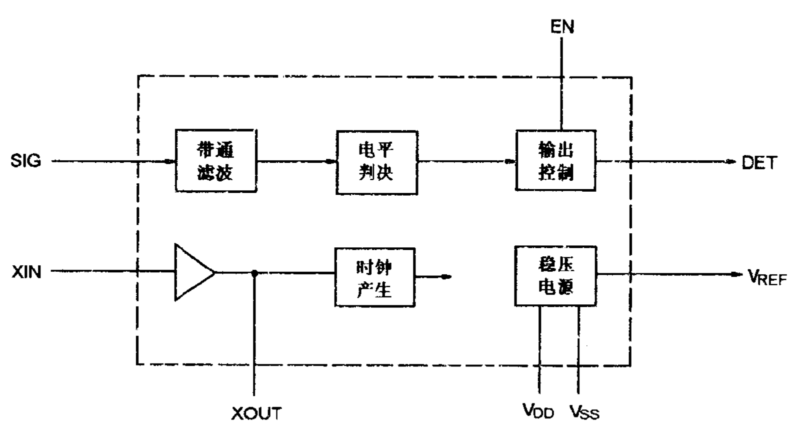



(SOIC−16PIN)

## 引出端符号说明

| | | | |
|---|---|---|---|
| XIN, XOUT | 外接晶体端，通常频率为3.58MHz | $V_{SS}$ | 地 |
| EN | 检测允许信号输入，高电平有效 | $V_{REF}$ | 参考电压输出（为 $V_{DD}/2$） |
| DET | 检测输出 | $V_{DD}$ | 正电源，通常接 +5V |
| SIG | 信号输入（交流或直流耦合） | NC | 空 |

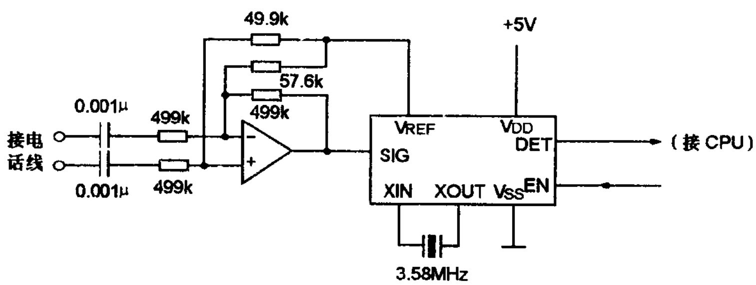
## 功能框图



## 主要电参数

| 特性 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| 信号检测电平 | $V_{SIG1}$ | −38 | | 0 | dBm |
| 信号检测时长 | $t_{SIG1}$ | 40 | | | ms |
| 信号不检测电平 | $V_{SIG2}$ | | | −50 | dBm |
| 信号不检测时长 | $t_{XIG2}$ | | | 20 | ms |
| 参考电压变化 | $\triangle V_{REF}/V_{REF}$ | −2 | | +2 | % |
| 电源电压 | $V_{DD}$ | +4.5 | | +5.5 | V |
| 电源电流 | $I_{DD}$ | | 4 | 10 | mA |
| 工作温度 | $T_A$ | −30 | | +70 | ℃ |
| 贮存温度 | $T_{stg}$ | −40 | | +85 | ℃ |

## 典型应用线路



| 呼叫信号音检测电路 | M981 |
|---|---|

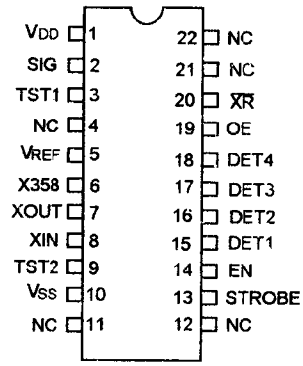
### 简要说明

M981是Teltone公司生产的电话呼叫进程信号音检测电路，内含中心频率为350、400、440、480Hz的带通与频率检测、输出控制及振荡等功能单元。可用于电话系统中作信号音检测器或单音滤波器。其基本特性为:

(1)可检测信号频率为350、400、440、480Hz,对应于四个逻辑输出状态。

| | |
|---|---|
| (2)外接晶体频率 | 3.58MHz |
| (3)电源 | +5V |
| (4)工艺 | CMOS |
| (5)封装 | DIP－22PIN |

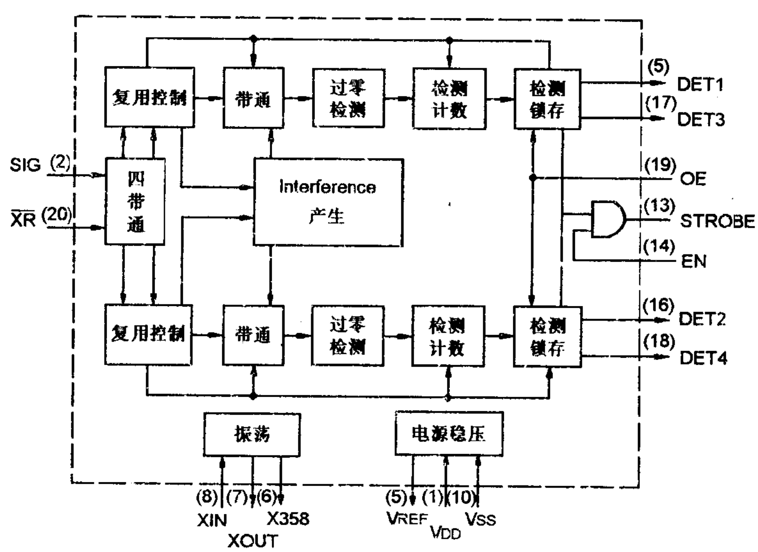
### 引出端排列



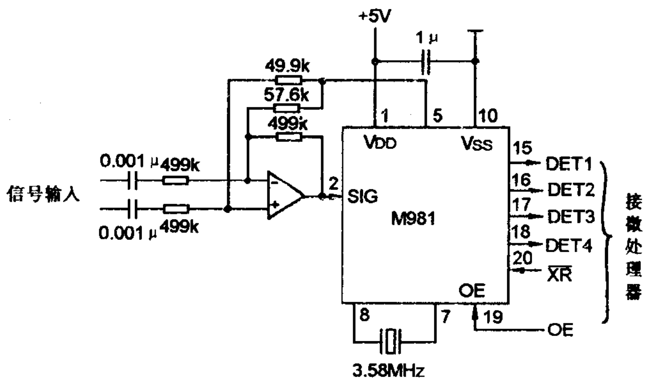

### 引出端符号说明

| | | | |
|---|---|---|---|
| SIG | 模拟信号输入(内部电容耦合) | DET3 | 440Hz检测输出 |
| XIN、XOUT | 晶体连接端或外部时钟输入、输出端 | DET4 | 480Hz检测输出 |
| X358 | 时钟信号输出(3.58MHz) | EN | STROBE输出控制 |
| $\overline{XR}$ | 模拟信号输入控制,低电平有效,附加10dB输入增益 | STROBE | DET1～4输出指示,若STROBE=1,表示DET1～4输出有效 |
| OE | 逻辑输出(DET1～4)控制,高电平有效。若OE=0,DET1～4输出端为高阻状态 | $V_{DD}$ | 正电源(+5V) |
| | | $V_{REF}$ | 参考电压($V_{DD}$/2)输出 |
| DET1 | 350Hz检测输出(三态)。高电平时表示SIG中包含350Hz信号 | $V_{SS}$ | 地 |
| | | TST1、TST2 | 内部测试点,通常应开路 |
| DET2 | 400Hz检测输出 | NC | 空 |

### 功能框图



## 典型应用线路



+5V
1μ
49.9k
57.6k
499k
0.001μ
499k
信号输入
0.001μ
499k
1
5
10
VDD
VSS
2
SIG
M981
15
DET1
16
DET2
17
DET3
18
DET4
20
XR
OE
8
7
19
OE
3.58MHz
接微处理器

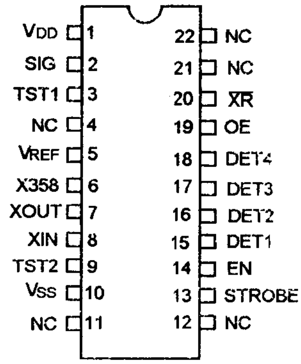
# 呼叫信号音检测电路

# M982

**简要说明**

该电路是Teltone公司生产的电话呼叫进程信号音检测器。除400Hz改 为620Hz外，其它内容(包括功能框图、引出端、电参数等)均与M981相同。

**引出端排列**



| 信号音检测电路 | M984 |
|---|---|

## 简要说明

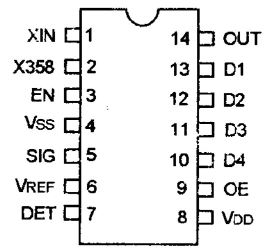
该电路是Teltone公司生产的424、945、1399、1776Hz信号音检测器。其基本特性为:

(1) 含有四组带通滤波器,分别检测 424、945、1399 与 1776Hz 的模拟输入信号频率。

(2) 检测频率范围分别为(392～459Hz)、(895～1005Hz)、(1343～1457Hz)与(1741～1812Hz)。

| | |
|---|---|
| (3)外接晶体频率 | 3.58MHz |
| (4)电源 | +5V |
| (5)功耗 | 20mW |
| (6)工艺 | CMOS |
| (7)封装 | DIP－14PIN |

## 引出端排列

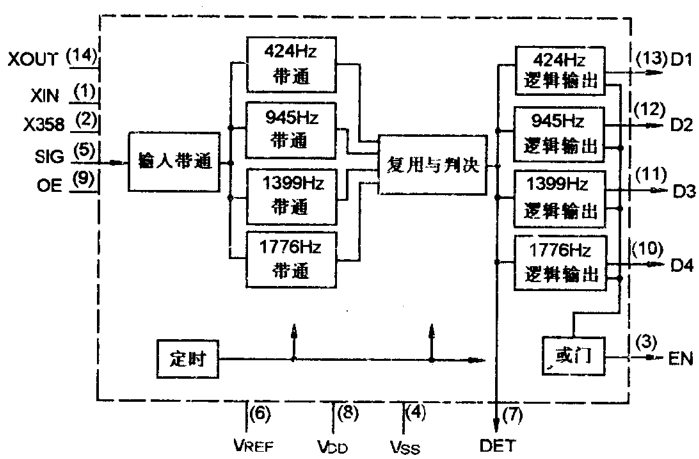



## 引出端符号说明

| | |
|---|---|
| EN | 四信号音检测(D4～D1)输出指示,若之一输出有效时(高电平),EN 为高电平。 |
| DET | 四带通滤波器输出。若有输出时,为方波。 |
| OE | 三态输出控制端。若 OE=1, DET、D1～D4 输出有效;若 OE=0, DET、D1～D4 呈高阻。 |
| D1～D4 | 424、945、1399、1776Hz 信号音检测输出,若检测有效,输出高电平。 |

其它各端含义同 M981。

## 功能框图



## 主要电参数

| 特性 | | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 电源电压 | | $V_{DD}$ | +4.5 | +5.0 | +5.5 | V |
| 电源电流 | | $I_{DD}$ | | | 30 | mA |
| 信号检测电平 | | $V_{SIG1}$ | −30 | | 0 | dBm |
| 信号时长 | | $t_{SIG}$ | 50 | | | ms |
| 信号抑制电平 | | $V_{SIG2}$ | | −35 | −40 | dBm |
| 输入信号频率 | | f | | | 28 | kHz |
| 可检测信号频率范围 | $D_1$ | $f_1$ | 392 | 424 | 459 | Hz |
| | $D_2$ | $f_2$ | 895 | 945 | 1005 | Hz |
| | $D_3$ | $f_3$ | 1343 | 1399 | 1457 | Hz |
| | $D_4$ | $f_4$ | 1741 | 1776 | 1812 | Hz |
| 抑制信号频率范围 | $D_1$ | $f_1$ | 363 | | 493 | Hz |
| | $D_2$ | $f_2$ | 845 | | 1060 | Hz |
| | $D_3$ | $f_3$ | 1290 | | 1512 | Hz |
| | $D_4$ | $f_4$ | 1675 | | 1882 | Hz |
| 工作温度 | | $T_A$ | 0 | | +70 | ℃ |
| 贮存温度 | | $T_{stg}$ | −40 | | +85 | ℃ |

# 音频译码电路　LM567, XR567

### 简要说明

该电路是一种通用的音频锁相环译码器，内含正交相位检波与锁相环功能单元。可用作快速音频译码器、精确振荡器、频率监控与 FSK 解调器等。其基本特性为:

(1) 中心频率范围: 0.01Hz ~ 500kHz

(2) 频带宽度可以从 0 调到 14%

(3) 带外抑制度高

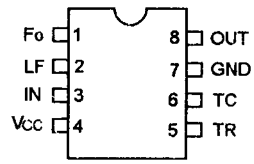
(4) 逻辑兼容输出，最大灌电流为 100mA

(5) 电源电压 +4.75 ~ +9V

(6) 功耗 (+5V 时) 60mW

(7) 封装 DIP－8PIN

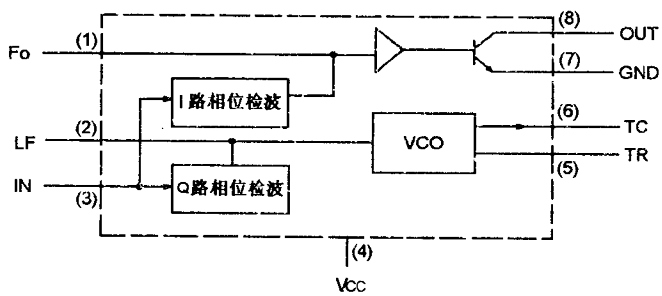
### 引出端排列




### 引出端符号说明

| | | | |
|---|---|---|---|
| $F_O$ | 输出滤波 | TR | 定时电阻 |
| LF | 低通滤波 | TC | 定时电容 |
| IN | 信号输入 (20 ~ 200mV) | GND | 地 |
| $V_{cc}$ | 正电源，通常接 +5V | OUT | 译码输出 |

### 功能框图




## 电路功能说明

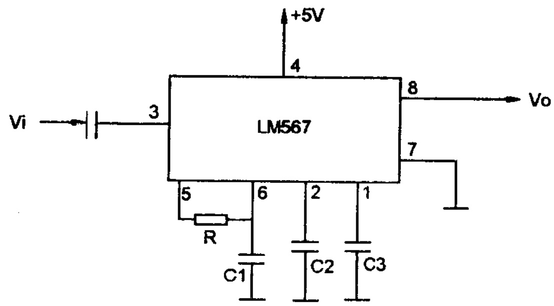
电路内包含 I、Q 路正交相位检波器与压控振荡器。锁相环中心频率由 5、6 端外接电阻 R、电容 $C_1$ 决定，其关系为:

$$f_O \approx \frac{1}{1.1RC_1}$$

若输入信号 Vi 有效值大于 20mV，且频率落在锁相环跟踪带宽内，译码输出 $V_O$ 即为低电平；否则为高电平。锁相环跟踪带宽

$$BW \approx 1070\sqrt{Vi/f_OC_2}$$

其中若$V_i$、$f_O$、$C_2$的单位分别为伏、赫和微法，BW则以$f_O$的百分数为单位，显然实际带宽$B=\dfrac{BW\cdot f_O}{100}$。

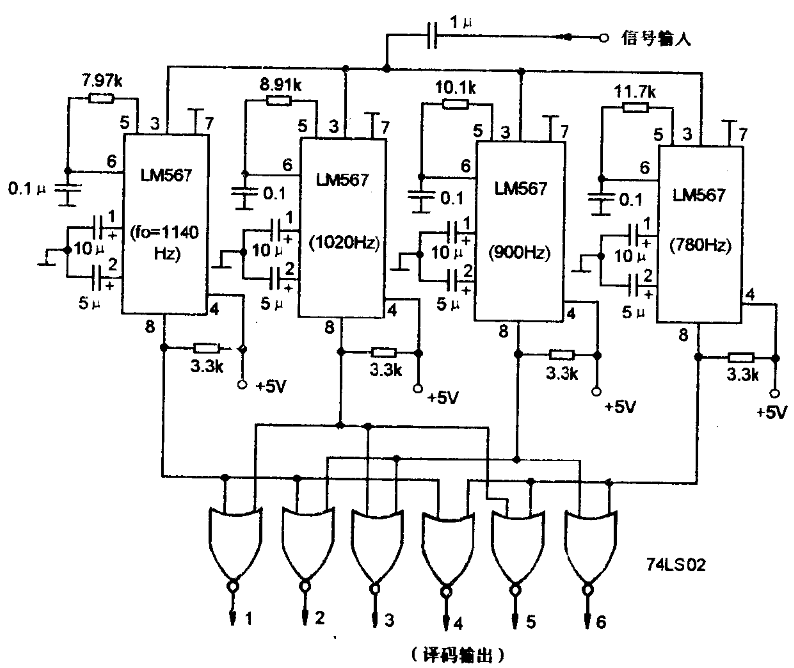



## 主要电参数

| 特性 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|
| 电源电压 | $V_{CC}$ | +4.75 | +5.0 | +9.0 | V |
| 静电源电流 | $I_{CS}$ | | 6 | 8 | mA |
| 动态电源电流 | Icd | | 11 | 13 | mA |
| 最小输入电压 | $V_i$ | | 20 | 25 | mV |
| 最大检测带宽 | Bmax | 12 | 14 | 16 | $f_O$% |
| 最高中心频率 | $f_O$ | 100 | 500 | | kHz |
| $f_O$稳定度（0~70℃） | | | 35± 60 | | ppm/℃ |
| $f_O$稳定度（-55~+125℃） | | | 35± 140 | | ppm/℃ |

## 典型应用线路

中国一号后向记发器信号接收译码电路：



# 2600Hz信号音滤波器 | MC145432

## 简要说明

该电路是MOTOROLA公司生产的信号音滤波器。通常适于在有线与无线通信设备中作单音信号的产生、发送、接收滤波，或作一般带通、陷波用。电路的主要特性为：

(1)带通与陷波器的中心频率可同时由外接晶体或时钟信号的频率控制。

(2)具有TTL/CMOS可控的数字逻辑电平接口能力。

(3)陷波器输出可经片内运放实现增益可调。

(4)可提供与带通、陷波器中心频率相等的单音(正弦波)信号，并输出。

(5)内含有/无陷波器的输出切换开关。

(6)电源($V_+-V_-$)：+10~ +12V(单电源)

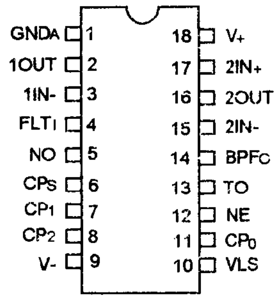
±5~ ± 6V(双电源)

(7)功耗　　80mW

(8)工艺　　CMOS

(9)封装　　DIP-18PIN

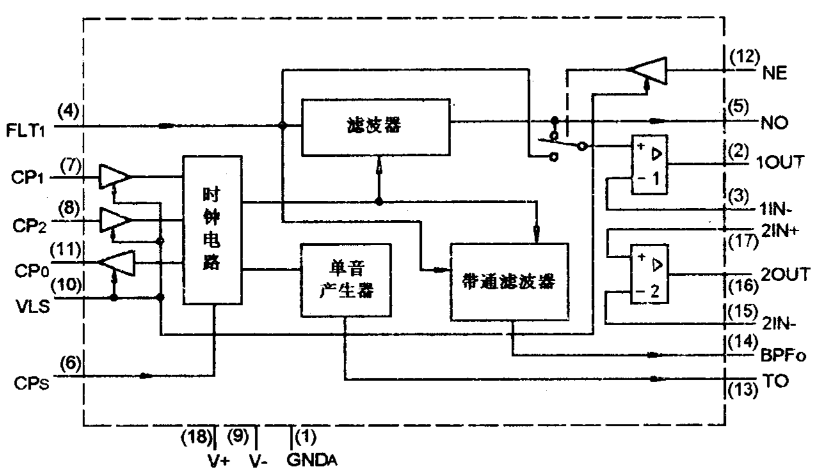
## 引出端排列




## 引出端符号说明

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $GND_A$ | 模拟地 | $CP_1$、$CP_2$ | 时钟信号输入 | TO | 单音输出 |
| 1OUT | 运放1输出 | $V_-$ | 负电源 | $BPF_O$ | 带通滤波输出 |
| $1IN_-$ | 运放1反相输入 | VLS | TTL/CMOS逻辑电平控制 | $2IN_-$ | 运放2反相输入 |
| $FLT_I$ | 滤波器输入 | | | 2OUT | 运放2输出 |
| NO | 陷波器输出 | $CP_O$ | 时钟信号输出 | $2IN_+$ | 运放2同相输入 |
| $CP_S$ | 时钟频率选择 | NE | 有/无陷波器控制 | $V_+$ | 正电源 |

## 功能框图



**引出端功能说明**

$FLT_I$—— 带通与陷波器输入。

NO—— 陷波器的输出，可驱动 20kΩ 负载。

$CP_I$、$CP_2$、$CP_0$、$CP_S$—— 分别为时钟信号输入(或外接晶体)端、时钟输出与时钟频率选择端。它们之间的关系为:

| $CP_S$ | 时钟源($f_{CP}$) $CP_1$, $CP_2$ | 滤波器 开关频率($f_S$) | 中心频率 ($f_O$) | 数字时钟输出 ($f_{CPO}$) |
|---|---|---|---|---|
| $V_+$ | 晶体端($CP_1-CP_2$) | $\frac{f_{CP}}{28}$ | $\frac{f_{CP}}{1376}$ | $f_S$ |
| $GND_A$ | $CP_2$时钟输入端 $CP_1=V_-$ | $\frac{f_{CP}}{12}$ | $\frac{f_{CP}}{590}$ | $f_S$ |
| $V_-$ | $CP_2$时钟输入端 $CP_1=V_-$ | $\frac{f_{CP}}{16}$ | $\frac{f_{CP}}{787.7}$ | $f_S$ |

TO—— 单音输出，为正弦波，可驱动 20kΩ 负载，其频率 $f_{TO}$ 等于滤波器中心频率 $f_0$。典型应用的频率关系为:

| $CP_S$ | $f_{CP}$ | $f_S$, $f_{CPO}$ | $f_O$, $f_{TO}$ |
|---|---|---|---|
| $V_+$ | 3.579MHz | 127.8kHz | 2601Hz |
| $GND_A$ | 1.536MHz | 128kHz | 2603.4Hz |
| $V_-$ | 2.048MHz | 128kHz | 2600Hz |

VLS—— 逻辑电平控制信号输入，若 $VLS=V_+$，则 $CP_1$、$CP_2$、$CP_0$、NE 兼容 CMOS 电平；若 $VLS<(V_+-4V)$，则兼容 TTL 电平。

NE—— 陷波器有/无切换控制端，若 NE 为高电平，陷波输出接到运放 1 输入端，经放大从 1OUT 输出；若 NE 为低电平，运放 1 跳过陷波器，直接接滤波器输入端 $FLT_I$。

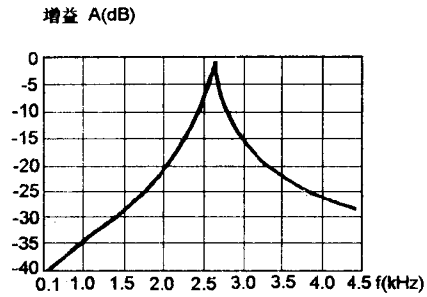
**电路的功能说明**

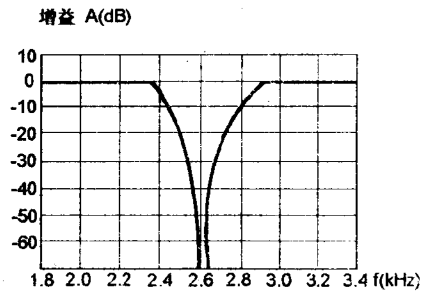
该电路由六阶开关电容窄带阻滤波器(陷波器)、二阶开关电容带通滤波器、单音信号产生与输出电路、时钟电路、陷波器输出控制开关电路及运放等功能单元组成。

其中带通滤波器、陷波器及单音产生器均由开关电容网络构成，因此它们的中心频率同时取决于开关频率，其关系如前表所给。下图绘出了 $f_O=2600Hz$ 时带通与陷波器的典型频率特性。

时钟电路的输入可以是 TTL 或 CMOS 逻辑电平，由 VLS 控制。输入端 $CP_1-CP_2$ 接晶体时，晶体与片内放大器构成振荡器，产生时钟信号；也可由 $CP_2$ 端外加时钟信号。所得到的时钟信号经可控分频比的分频器(由 $CP_S$ 电平控制)，产生开关信号去驱动各开关电容网络，构成中心频率可变的带通滤波器、陷波器和单音发生器。

此外，电路内有一由 NE 端电平控制的电子开关，使运放 1 输入端可接陷波器输入或输出端，从而实现 1OUT 为无/有陷波器两种输出状态的功能。




MC145432典型带通、陷波特性

## 主要电参数

(1)数字信号电特性($V_+=10V, V_-=0V, T_A=-40\sim+85℃$)

| 特性 | | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 直流电源电压 | | $V_+-V_-$ | +9.5 | +15 | +16 | V |
| 工作电流(2.048kHz) | (CMOS模式) | $I_{DD}$ | | 8.0 | 10 | mA |
| | (TTL模式) | | | 12 | 15 | |
| 输入电容 | | $C_I$ | | 5.0 | 7.5 | pF |

模式控制逻辑电平

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VLS(TTL模式) | | | $V_-$ | | $V_+-4$ | V |
| VLS(CMOS模式) | | | $V_+-0.5$ | | $V_+$ | V |
| $CP_S$ | 状态1 | $V_{IH}$ | $V_+-0.5$ | | $V_+$ | V |
| | 状态2 | $V_{IM}$ | $GND_A-0.5$ | | $GND_A+0.5$ | |
| | 状态3 | $V_{IL}$ | $V_-$ | | $V_-+0.5$ | |

(2)模拟信号电特性($V_+=10V, GND_A=V_+/2, V_-=0V, T_A=0\sim+70℃$)

| 特性 | | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $GND_A$直流输入电流 | | $I_I$ | | | ±50 | μA |
| $FLT_I$直流输入电流 | | $I_I$ | | | ±10 | μA |
| $FLT_I$交流输入阻抗(1kHz) | | $Z_I$ | 0.2 | 0.1 | | MΩ |
| $FLT_I$输入电压范围 | | $V_I$ | $V_-+1.5$ | | $V_+-1.5$ | V |
| TO、$BPF_O$、NO输出驱动电流 | ($V_{OH}=V_+-1.2V$) | $I_{OH}$ | -0.4 | | | mA |
| | ($V_{OL}=V_-+1.2V$) | $I_{OL}$ | +0.9 | | | |

(3) 运放电特性 ($V_+=10V$, $GND_A=V_+/2$, $V_-=0V$, $NE=V_-$, $VLS=V_+$, $T_A=0\sim70℃$)

| 特性 | | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1OUT、2OUT输入失调电压 | | $V_{IO}$ | −50 | | +50 | mV |
| 运放1、2开路增益 ($Z_L=600\Omega+200pF$) | | $A_{VD}$ | | 45 | | dB |
| $FLT_I$、IN输入偏置电流 | | $I_{IB}$ | | ±0.1 | | μA |
| 1OUT、2OUT输出电压范围 | ($R_L=20k\Omega$) | $V_O$ | 1.0 | | 9.0 | V |
| | ($R_L=900\Omega$) | | 1.1 | | 8.9 | |
| | ($R_L=600\Omega$) | | 1.8 | | 8.2 | |
| 1OUT、2OUT输出电流 | ($V_{OH}=V_+-1.2V$) | $I_{OH}$ | −5 | | | mA |
| | ($V_{OL}=V_-+1.2V$) | $I_{OL}$ | +5 | | | |
| 1OUT、2OUT输出噪声 (900Ω) | | $P_N$ | | 3 | | $dB_{rnc}$ |
| 1OUT、2OUT压摆率 | | SR | | 2 | | V/μs |

(4) 陷波器电特性 ($V_+=10V$, $GND_A=V_+/2$, $CP_S=V_-=0V$, $NE=V_+$, $T_A=0\sim+70℃$)
(晶体频率为 3.5795MHz)

| 特性 | | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|---|
| 输入过载电压 | | | 7.0 | $V_{PP}$ |
| 增益 ($+2dB_m$, 900Ω, 1kHz) | | −0.5 | +0.5 | dB |
| 空闲噪声 ($FLT_I=GND_A$, 900Ω) | | | 25 | $dB_{rnc}$ |
| 通带增益 (相对1kHz) | (300～2000Hz) | −0.25 | +0.25 | dB |
| | (2000～2200Hz) | −0.5 | +0.5 | |
| | (2200～2400Hz) | −5.0 | +0.5 | |
| | (2800～3000Hz) | −5.0 | +0.5 | |
| | (3000～3380Hz) | −0.5 | +0.5 | |
| | (3380～4000Hz) | −0.5 | +0.5 | |
| 阻带衰减 (相对于1kHz) | (2580～2590Hz) | −45 | | dB |
| | (2590～2610Hz) | −55 | | |
| | (2610～2620Hz) | −45 | | |
| 输出失调 | | −500 | +500 | mV |

(5) 带通滤波器电特性 ($V_+=10V$, $GND_A=V_+/2$, $CP_S=V_-=0V$, $T_A=0\sim70℃$) (晶体频率为 3.579MHz)

| 特性 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 中心频率 ($f_O$) | 2590 | 2610 | Hz |
| Q值 | 20 | 23 | |
| 增益 ($+2dB_m$, 900Ω, 2.6kHz) | −0.5 | +0.5 | dB |
| 空闲噪声 ($FLT_I=GND_A$, 900Ω) | | 45 | $dB_{rnc}$ |
| 输出失调 | −500 | +500 | mV |