

ISD4004 语音芯片的工作原理及智能控制系统中的应用

作者：北方工业大学工学院 张常年 王振红 李 洋 来源：《国外电子元器件》

摘要：ISD4044 是一种采用 ChipCorder 专利技术的语音芯片。此芯片无须 A/D 转换和压缩就可以直接储存，没有 A/D 转换误差，在一个记录位（BIT）可存储 250 级声音信号，相当于通常的 A/D 记录的 8 倍。片内集成了晶体振荡器、麦克前置放大器、自动增益控制等，只要很少的外围器件，就可以构成个完整声音录放系统。本文介绍了 ISD4004 的原理、特点、功能及其在智能控制系统中的应用。

关键词：ISD4004 单片机 89C51

1 概述

ISD4004 是美国 ISD 公司制造的一种新款语音芯片。与 ISD 其它系列语音产品不同的是，ISD4004 是一种微控制器“从”设备，而“主”控制器可以是内置有 SPI 兼容接口的微控制器，也可以用 I/O 仿真 SPI 通信协议。ISD4004 系列工作电压为 3V，单片录放时间为 8~16 分钟，音质好，适用于移动电话及其它便携式电子产品中。该芯片采用 CMOS 技术，内含振荡器、抗混叠滤波器、平滑滤波器、音频放大器、自动静音及高密度多电平闪烁存储阵列。芯片的所有操作必须由微控制器控制，操作命令可通过串行通信接口（SPI 或 Microwire）送入。ISD4004 采用多电平直接模拟量存储技术，每个采样值直接存贮在片内闪烁存储器中，因此能非常真实、自然地再现语音、音调 and 效果声，避免了一般固体录音电路因量化和压缩造成的量化噪声和“金属声”。采样频率可为 4.0, 5.3, 6.4, 8.0kHz，频率越低，录放时间越长，音质则有所下降，片内信息存于闪烁存储器中，可在断电情况下保存 100 年（典型值），反复录音 10 万次。

2 引脚功能描述

ISD4004 的引脚排列如图 1 所示，各引脚功能如下：

电源（VCCA, VCCD）：为使噪声最小，芯片的模拟和数字电路使用不同的电源总线，并且分别引到外封装的不同管脚小，模拟和数字电源端最好分别走线。尽可能在靠近供电端处相连，而去耦电容应尽量靠近器件。

地线（VSSA, VSSD）：芯片内部的模拟和数字电路也使用不同的地线。

同相模拟输入（ANA IN+）：录音信号的同相输入端。输入放大器可用单端或差分驱动。单端输入时，信号由耦合电容输入，最大幅度为峰峰值 32mV，耦合电容和本端的 3kΩ 电阻输入阻抗决定了芯片频带的低端截止频率。差分驱动时，信号最大幅度为峰峰值 16mV，与 ISD33000 系列相同。

反相模拟输入（ANA IN-）：差分驱动时，为录音信号的反相输入端。信号通过耦合电容输入，最大幅度为峰峰值 16mV。

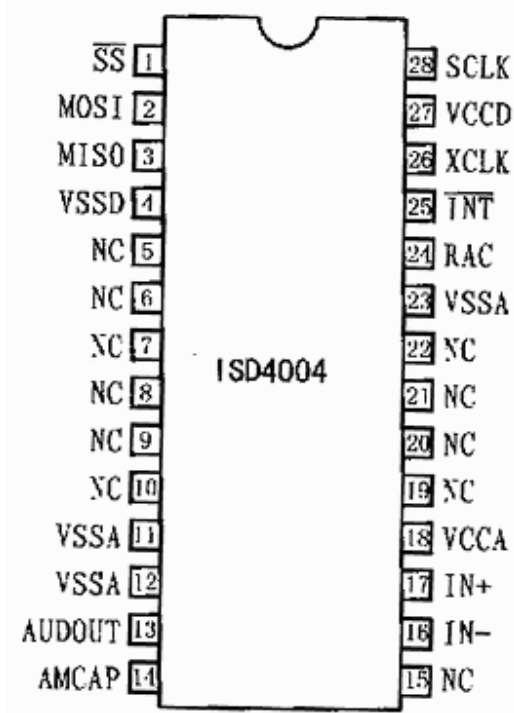


图 1 ISD4004 的引脚排列图

音频输出（AUD OUT）：提供音频输出，可驱动 5kΩ 的负载。

片选（SS）：此端为低，即向该 ISD4004 芯片发送指令，两条指令之间为高电平。

串行输入（MOSI）：此端为串行输入端，主控制器应在串行时钟上升沿之前半个周期将数据放到本端，供 ISD 输入。

串行输出（MISO）：ISD 的串行输出端。ISD 未选中时，本端呈高阻态。

串行时钟（SCLK）：ISD 的时钟输入端，由主控制器产生，用于同步 MOSI 和 MISO 的数据传输。数据在 SCLK 上升沿锁存到 ISD，在下降沿移出 ISD。

中断（INT）：本端为漏极开路输出。ISD 在任何操作（包括快进）中检测到 EOM 或 IVF 时，本端变低并保持。中断状态在下一个 SPI 周期开始时清除。中断状态也可用 RINT 指令读取。

OVF 标志用来指示 ISD 的录、放操作已到达存储器的末尾。只在放音中检测到内部的 EOM 标志时，此状态位才置 1。

行地址时钟（RAC）：漏极开路输出。每个 RAC 周期表示 ISD 存储器的操作进行了一行（ISD4004 系列中的存储器共 2400 行）。该信号保持高电平的时间为 175ms，低电平时间为 25ms。在快进模式，RAC 可保持高电平 218.75μs，低电平 31.25μs。该端可用于存储管理技术。



图 2 SPI 端口控制位图

3 工作原理与功能特性

ISD4004 声音录放采用 CchipCorder 专利技术，即无须 A/D 转换和压缩就可以直接储存，没有 A/D 转换误差，在个记录位（BIT）可存储 250 级声音信号，相当于通常的 A/D 记录的 8 倍。

3.1 SPI（串行外设接口）

ISD4004 工作于 SPI 串行接口。SPI 协议是一个同步串行数据传输协议，该协议假定微控制器的 SPI 移位寄存器在 SCLK 的下降沿工作，因此对于 ISD4004 而言，在时钟上升沿将锁存 MOSI 引脚的数据，而在下降沿则将数据送至 MISO 引脚。

3.2 SPI 接口指令

SPI 的接口指令如表 1 所列。

表 1 SPI 的接口指令

指 令	8 位控制码<16 位地址>	操 作 摘 要
-----	----------------	---------

POWERUP	00100XXX<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>	上电：等待 TPUD 后操作可以工作
SET PLAY	11100XXX<A15~A0>	从指定地址开始放音。必须后跟 PLAY 指令使放音继续
PLAY	11110XXX<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>	从当前地址开始录音（直至 EOM 或 OVF）
SET REC	10100XXX<A15~A0>	从指定地址开始录音。必须后跟 REC 指令录音继续
REC	10110XXX<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>	从当前址开始录音（直至 OVF 或停止）
SET MC	11101XXX<A15~A0>	从指定地址开始快，必须后跟 MC 指令快进继续
MC	11111XXX<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>	停止当前操作
STOP WRDN	0X01XXXX<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>	停止当前操作并掉电
RINT	0X110XXX<XXXXXXXXXXXXXXXXXX>	读状态：OVF 和 EOM

3.3 SPI 端口的控制位

SPI 端口控制位如图 2 所示。

3.4 SPI 控制寄存器

SPI 控制寄存器控制器件可以实现如录放、录音、信息检索（快进）、上电/掉电、开始和停止操作、忽略地址指针等功能。具体控制位如表 2 所列。

表 2 控制寄存器功能表

位	值	功 能	位	值	功 能
RUN		允许/禁止操作	PU		电源控制
	1	开始		1	上电
	0	停止		0	停电
P/R		录/放模式	IAB		操作是否使用指令地址
	1	放音		1	忽略输入地址寄存内容
	0	录音		0	使用输入地址寄存的内容
		快进模式	P15P0		行指针寄存器输出
	1	允许快进	A15A0		输入地址寄存器
	0	禁止			

当 IAB 置 0 时，录、放操作从 A9~A0 地址开始。为了能连贯地录、放到后续的存储空间，在操作到达该行末之前，应发出第二个 SPI 指令将 IAB 置 1，否则器件在同一个地址上将反复循环。这一点对语音提示功能很有用。RAC 脚和 IAB 位可用于信息管理。

4 在智能控制中的典型应用

本系统是以单片机，语音处理芯片及报警传感器为基础，利用公共电话网络建立起来的智能家居服务系统。它具有以下主要功能：

- （1）家电控制功能：打电话在通过密码校验后，在语音的提示下，进行远程控制家电、查询其工作状态及家电定时操作。
- （2）电话录音功能：可来电留主及用户自己录音。

(3) 自动语音报警功能：在无的情况下，监控系统检测到非法闯入，能自动拨打报警电话。在叫通后，能接报警信息以语音的形式发送出去。

由上可以看到，在整个家居服务系统中，要多次实现语音提示，应答，查询等功能。这些功能的实现是靠单片机 89C51 与 ISD4004 之间的通讯来完成的。89C51 与 ISD4004 的连接如图 3 所示。

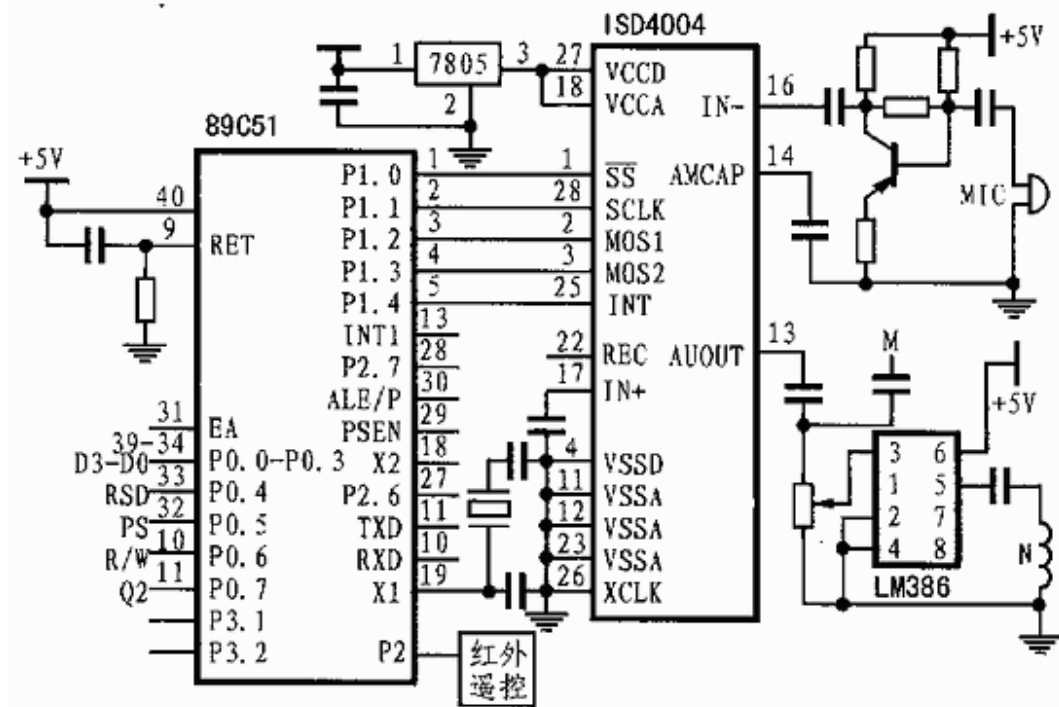


图 3 ISD4004 在智能控制中的典型应用

图中，ISD4004 的 13 管脚是模拟语音信号的输出端，输出的语音信号通过 LM386 功率放大器放大，然后经过变压器耦合到电话线上。

MIC 是麦克风，即语音信号的输入端，输出的模拟语音信号通过三极管组成放大器加到 ISD4004 语音芯片的输入端。

该系统的录音子程序如下：

LUYIN: ; 用户录音子程序

MOV R0, #####

ACALL FAST ; 语音提示如何修改

JB P3.5, \$

MOV A, #20H ; 语音芯片上电

ACALL ISDX

SETB P1.0

ACALL YS50 ; 上电延时

ACALL YS50

MOV A, #####

; “#####”表示是录音具体地址

ACALL ISDX ; 置录音地址

MOV A, #0A0H

ACALL ISDX

SETB P1.0

LUY1: MOV R1, #20H ; 录音开始

LUY2: ACALL YS50

DJNZ R1, LUY2

MOV A, #0B0H ; 录音

ACALL ISDX

SETB 1.0

JNB P3.3, \$

LUY9: MOV A, #30H

ACALL ISDX

SETB P1.0

LUY3: MOV R5, #10H

LUY5: JNB P1.4, LUY4 ; 检查录音是否超时

JNB P3.5, LUY3

DJNZ R5, LUY5

MOV A, #30H ; 录音停止

ACALL ISDX

SETB P1.0

LUY6: MOV R4, #0FFH

LUY7: MOV R5, #0FFH

LUY8: MOV R6, #0FFH

LUYA: JNB P3.5, LUY9

DJNZ R6, LUYA

DJNZ R5, LUY8

DJNZ E4, LUY7

SJMP GUANJI

LUY4: MOV R0, #####; “录音超过，请重录制”

ACALL FSAT

SJMP LUYIN

放音子程序:

FANGY1: MOV R0, #####; “提示放音程序开始工作”

ACALL FAST

FANGY2: MOV R1, #0FFH

FANGY3: MOV R2, #0FFH

FANGY4: MOV A, #0FFH

MOV P0, A

SETB P0.7

SETB P0.4

CLR P0.5

SETB P0.6

MOV A, P0; 读 8880 状态寄存器

JB ACC.2, FANGY6

FANGY6: DJNZ R2, FANGY4

DJNZ R1, FANGY3

SJMP GUANJI

CLR P0.4

MOV A, P0 ; 读 8880 接收数据寄存器

ANL A, #0FH ; 屏蔽高四位

CJNE A, #02H, FANGYI; 查询是否“2”键按下，是则放音

FANGY5: MOV A, #0FFH

MOV P0, A

SETB P0.7

SETB P0.4

CLR P0.5

SETB P0.6

MOV A, P0

JNB ACC.2, FANGY5

MOV R0, #####

ACALL FAST

INC R0

SJMP FANGY2