

文章编号 :1009 - 671X(2002)08 - 0015 - 03

# DDS 芯片 AD9851 及其在全数字扩频调制中的应用

张志强 ,刘 琦 ,郭黎利  
(哈尔滨工程大学 信息与通信工程学院 ,黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘    要 :**介绍了 DDS 技术的突出优点和 DDS 芯片 AD9851 的工作原理 ,给出了一种 AD9851 在全数字 BPSK 扩频调制中的应用 ,即用 DDS + DSP 的组合实现全数字调制的软件无线电平台。  
**关    键    词 :**DDS ;AD9851 ;BPSK ;数字信号处理器 (DSP)  
**中图分类号 :**TN91   **文献标识码 :**A

## DDS Chip AD9851 and its Application in Digital DS - SS System

ZHANG Zhi-qiang , LIU Qi , GUO Li-li  
(College of Information and Communication Engineering , Harbin Engineering University , Harbin 150001 , China)

**Abstract :**This paper introduced the advantage of DDS technology and the operational principle of AD9851. A method for using AD9851 in all digital DS - SS BPSK modulation was presented. That is using DDS + DSP to realize Software Radio platform.  
**Key words :**DDS ; AD9851 ; BPSK ; DSP

### 0 引    言

数字化是目前无线电技术的发展趋势 ,它具有可靠性高、灵活性强、易大规模集成等优点。而直接数字合成技术 DDS (direct digital synthesis) 正是适应数字通信的发展趋势而产生的。直接数字合成 DDS 是一种基于波形存储的频率合成技术。DDS 具有频率转换时间短、频率分辨率高、输出相位连续、相位噪声小及可编程等突出特点 ,在通信和雷达领域中得到了广泛的应用。AD9851 就是一个典型代表。它具有频带宽、接口简单、功耗低等优点 ,在参考时钟比较精确的情况下 ,能产生频率和相位均可调的稳定正弦波。它和 DSP 配合使用可以直接完成 BPSK 等多种扩频调制。

### 1 DDS 芯片 AD9851 的工作原理

AD9851 是 AD 公司生产的高性能的 DDS 芯片 ,它采用先进的 CMOS 工艺和 28 脚 SSOP 表贴的封装形式 ,其引脚排列如图 1 所示。图 2 是其基本功能框图 ,包括高速 DDS 内核、6 倍频器、输

入数据寄存器和频率相位数据寄存器 ,另外内部还集成了高性能 DAC 和高速比较器。AD9851 的

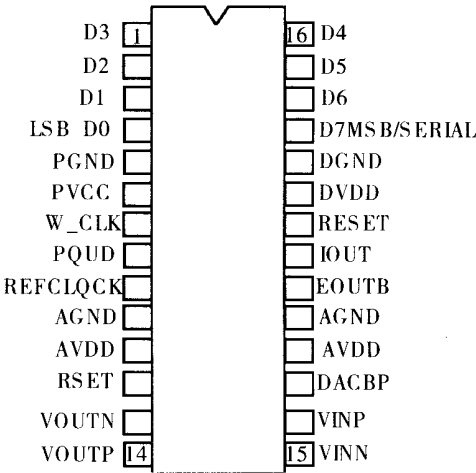


图 1 AD9851 引脚排列图

高速 DDS 内核接收外部总线送来的共 40 位的控制字 ,其中包括 32 位的频率 ,因此在 180 MHz 系统时钟的情况下频率分辨率是 0.04 Hz. 5 位相位控制字 ,故其相位最小步进是 11.25 度。另外还有 1

收稿日期:2002 - 03 - 13  
作者简介:张志强 (1978 - ) , 男 ,哈尔滨工程大学信息与通信工程学院硕士研究生 ,主要研究方向 :现代数字通信系统与通信技术。

位 6 倍参考时钟倍频器使能位, 1 位电源休眠功能控制位和 1 位逻辑“0”位。它们存储在 AD9851 内部的寄存器中。由于内部有 6 倍频器, 在外部参考时钟为 30 MHz 的情况下就可以获得它的最高系统时钟 180 MHz。这样不需要过高的外部频率源, 减小了外部频率源过高产生的相位噪声。系统时钟在 180 MHz 时它的正常输出频率范围是 0 ~ 70 MHz。

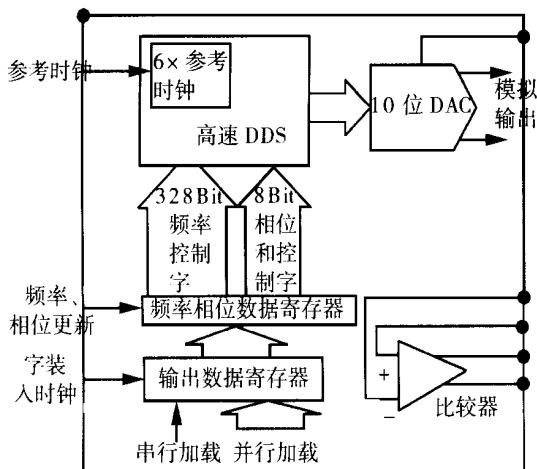


图 2 AD9851 的功能框图

AD9851 的可编程功能主要是通过对内部的

5 个输入数据寄存器写入 40 位的控制字来实现的。控制字的写入有并行和串行两种方式, 并行方式是通过数据总线 D0 - D7 来完成的。而串行方式是把 D7 上的数据按位串行移入到输入寄存器。两种方式都是通过 W-CLK 引脚接入的控制字写时钟来触发写入的。当控制字写完后, 在 FQ-UD 信号的上升沿的作用下, 控制字被写入频率相位数据寄存器, 更新 DDS 的输出频率和相位。

## 2 AD9851 在 BPSK 扩频调制中的应用

### 2.1 扩频调制工作原理

在扩频调制中为了提高数字调制系统的灵活性, 利用“软”的方法实现调制, 即利用 DSP 作为 AD9851 的控制器, 控制 AD9851 的输出来实现调制。这里 DSP 还要完成编码和扩频伪码产生工作。图 3 是该扩频 BPSK 系统的原理框图。

扩频调制的过程中, 首先 DSP 对接收到的原始数据(低速)进行编码处理, 再进行扩频处理(即将它与 DSP 产生的高速伪码做异或运算)得到扩频信号, 其中伪码的产生是利用查表法, 以节省 DSP 的计算时间。最后 DSP 把该扩频信号变成控制 AD9851 输出频率和相位的控制字。设系统时钟频率为  $f_0$ , BPSK 调制信号可表示为,

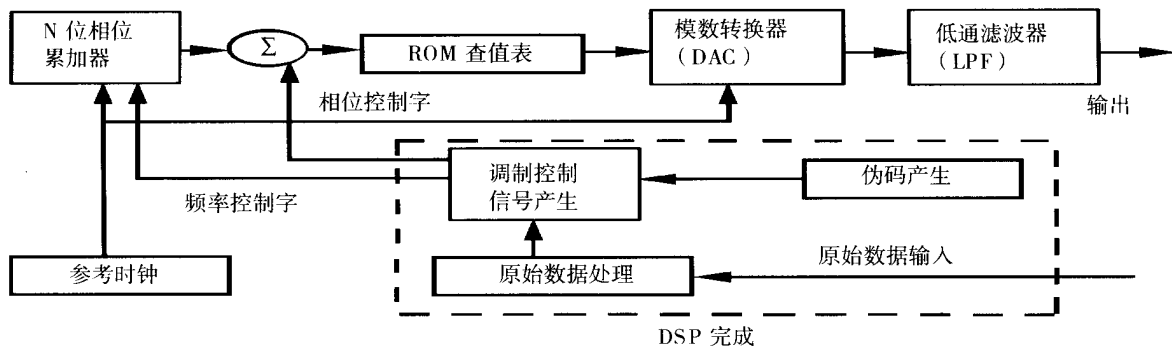


图 3 扩频 BPSK 调制原理框图

$$s(t) = A \cos(2 f_0 t + c(t))$$

则频率控制字为

$$k = f_0 2^{32} / f_0$$

相位控制字为

$$p = 2^5 c(t) / 2$$

这里频率不变, 只有相位随扩频信号改变, 所以在初始化以后只改变相位控制字就可以了。另外 DSP 除了完成上述功能外, 还必须提供给 AD9851 字输入时钟 W-CLK 和频率更新信号 FQ-

UD 以得到输出频率和相位改变的正确时序。

高速 DDS 内核输出的数字信号经片内 ADC 转换成模拟信号。该信号含有多次谐波和镜频分量, 因此再经过低通滤波器就得到了所要的 BPSK 调制信号。

### 2.2 DSP 的工作过程

DSP 是系统中数据处理与控制的核心, 这里要完成的工作包括接收和处理原始数据、伪码产生、频率相位控制字形成和控制字的写入控制等。

它的软件功能直接决定系统的性能。DSP 软件的流程图如图 4。系统上电时 DSP 本身进行初始化以及 DSP 对 AD9851 和原始数据输入接口等系统中其他器件进行初始化。之后 DSP 要产生扩频序列,此序列由 DSP 的程序决定。将此序列存进片内 RAM,供需要时调用。到此 DSP 的准备工作完成,DSP 开中断,进入空闲态。一旦有 INT0 或 TINT 中断出现,DSP 将响应中断,执行中断服务程序。INT0 是原始数据接口向 DSP 发送的请求接收数据中断。DSP 响应中断,读进数据,并进行处理,完成后返回空闲态。TINT 是 DSP 内部的定时中断,它的优先级高于 INT0。当响应该中断时,DSP 首先将已经准备好的控制字送给 AD9851,然后按顺序读取扩频序列的相应位,并将它连同处理好的待传送数据共同作用产生频率相位控制字,该中断服务程序完成,返回空闲态。由于 TINT 的中断优先级高于 INT0,所以当处于 INT0 中断时,如果有 TINT 中断请求,则将首先响应 TINT 中断,完成后再回到 INT0 的中断服务程序中。

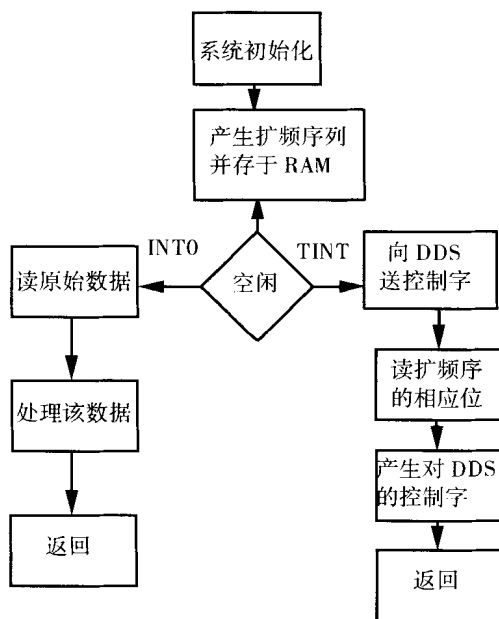


图 4 DSP 工作流程图

DSP 要产生 W-CLK 和 FQ-UD 信号来控制控制字写入的正确时序,这里 W-CLK 可由数据输出时的 IOSTROBn 给出。而 FQ-UD 选用 DSP 的片内定时器给出,它的周期就是伪码的码元持续时间。每产生一个定时中断,就更新一次 DDS

的输出频率和相位,这个过程就完成了扩频调制。

### 2.3 调制结果

本例中采用的载波频率为 5 MHz,伪码速率为 1 Mbps,信息速率为 2.45 Kbps。其输出结果如图 5 所示。

图中上面的是扩频信号,下面输出的是调制信号波形。由图中可以看出调制的输出比伪码要慢一个多码元,这是因为当 AD9851 的频率相位更新信号到来时其输入数据寄存器中的频率和相位控制字是对应于上一个码元的,再加上它改变

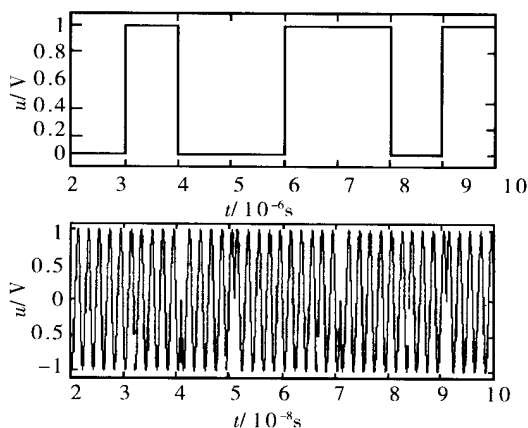


图 5 调制器输出结果

相位的响应时间就出现了图中的结果。

## 3 结 论

DDS 所具有的频率转换时间短、频率分辨率高、输出相位连续、相位噪声小及可编程等突出优点,加上 DSP 的高速处理能力,DDS + DSP 的组合不仅表现出良好的性能,还有很大的灵活性,不但可以进行 BPSK 调制,还可以通过改变 DSP 的程序来实现不同的数字调制,如 DPSK,FSK,QPSK 等。若使用双通道则可进行正交调制,完成几乎所有的数字调制。因此可以说 DDS + DSP 的组合是一种实现软件无线电的理想平台。

## 参 考 文 献

- [1] 昆 仑,郭黎利. 全数字 BPSK 调制解调器[J]. 哈尔滨工程大学学报,2000(2),60 - 63.
- [2] 林 青. DDS 在数字调制中的应用[J]. 无线电工程,2001(2),17 - 19.
- [3] 郭 勇. DDS 芯片 AD9851 及其应用[J]. 电子技术,2000(2),54 - 56.