

# 一种用于功率自适应控制的有效方法

冯永浩,李 云,宋 浩

(空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

**摘 要:**有许多场合需要进行电台发射功率自适应控制,利用数字电位器可编程控制特性,采用软硬件结合的方法,克服各种非线性因素的影响,结合某型电台进行了功率自适应控制应用研究,效果明显,由此给出了一种用于功率自适应控制的有效方法。

**关键词:**功率自适应控制;数字电位器;非线性修正

**中图分类号:**TP273.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)02-0074-03

在许多无线电通信系统中需要采用功率自动控制技术,如 CDMA 移动通信系统就需要基站和移动台根据通信距离来确定移动台发射功率大小,以克服“远近效应”给系统带来的干扰。随着通信手段应用日益广泛,设备使用密度增大,通信网络增多,对通信设备发射功率不断提出新要求,一是降低功耗以减少供电压力,二是在保证通信质量的前提下降低发射功率以减少对系统内部自身电磁干扰和对外的电磁影响。根据通信距离远近自动调整发射功率,可以节省电源消耗,延长电池使用时间,提高机动通信保障能力,同时,还具备一定的通信保密作用。

## 1 数字电位器基本功能与特性

数字电位器是一种能通过编程来控制调节阻值大小,便于实现自动操作的智能化器件,图 1 及表 1 是一种较典型的非易失性数字电位器功能框图和真值表,它由输入部分、非易失性存储器及电阻阵列三部分组成,INC 为控制脉冲输入端,用于调整阻值大小,在输入信号 INC、U/D 和 CS 作用下,7 位加/减计数器通过 100 选 1 译码器去控制接通某个电子开关,从而把电阻阵列上的一个点连接到中间的滑动抽头输出  $V_w$  上。 $V_H$  端根据控制需要加有固定电压  $V_0$ ,当  $V_L$  端接地时, $V_w$  端的输出在  $0 \sim V_0$  之间可调。当需要记忆时,CS 上升沿到来,且使 INC 为高电平,7 位计数器的数值被存储在非易失性存储器中,因此数字电位器同模拟电位器一样具有阻值记忆功能。

表 1 X9312W 功能真值表

CS	INC	U/D	mode
L	↓	H	加法计数
L	↓	L	减法计数
↑	H	X	存储计数状态
H	X	X	保持状态
↑	L	X	不存储返回原态

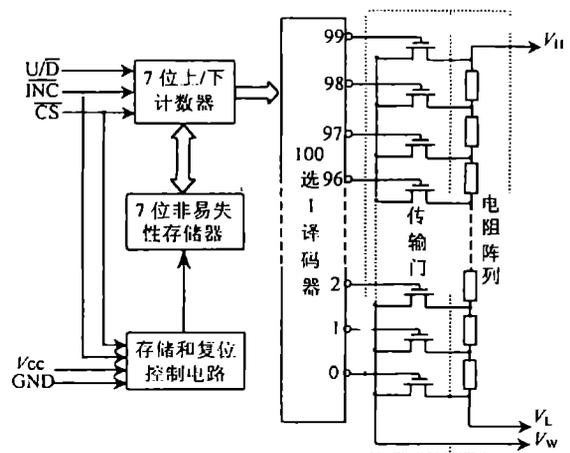


图 1 X9312W 功能框图

收稿日期:2001-06-07

作者简介:冯永浩(1963-),男,江苏无锡人,副教授,主要从事通信与信息系统方面研究。

## 2 利用数字电位器实现功率自适应控制

图 2 是实现功率自适应控制的原理框图。自动控制发射功率需要几个环节,首先要有对信号功率的检测或传感以反映信号的大小,其次要有判断或判别电路以给出是否调整功率的控制信号,最后由受控电路响应控制信号以达到实现功率控制的目的。控制发射功率通常利用可变功放,通过某一控制参量改变调制信号幅度,或改变功放增益等。控制参量的选取以及实施控制的方法是重点考虑的问题。在 CDMA 系统,移动台的开环功率控制是通过检测所接收的前向链路信号强度,综合考虑传播路径衰减等去调节发射功率,同时基站还通过检测各移动台的信噪比,经门限比较后向各移动台发出功率控制指令(闭环控制),开环控制主要用于降低发射功率,闭环控制主要用于增加发射功率<sup>[1]</sup>。而在另一些通信系统中,收、发双方并不构成相互控制关系,尤其在模拟技术体制下实现功率自适应控制时,一般由各端依据一定的规则进行自我调节,采用一定的控制技术升高或降低功率。

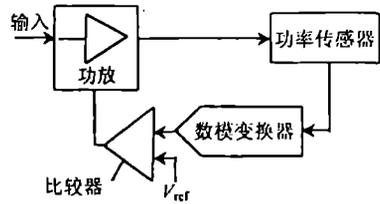


图 2 功率控制原理框图

近年随着新型元器件的出现,实现功率自动控制的方法手段日益增多,图 3 给出的便是一种用数字电位器实现功率自适应控制单元框图,它能够根据接收信号的强弱,给出对数字电位器的控制指令和数据,改变电位器大小,从而影响功率电平控制电路的状态,调整发射功率,属自身进行开环功率控制方法。

数字电位器同样按阻值大小、耐压等有不同的型号,不同型号提供的抽头数、接口和控制方式有所不同,相同的阻值(电压)情况下,电阻阵列越多,分辨率越高。由于输出端输出的是电压  $V_w$ ,数字电位器实质上是一种特殊形式的数模变换器<sup>[2]</sup>。

由于电阻器作为电路基本元件应用广泛,而数字电位器同时具备可受外部参数控制的能力,在应用中可以实时改变大小,因此把数字电位器用于功率自适应控制是一种方便有效的方法。

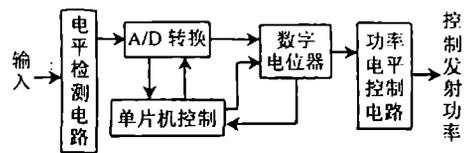
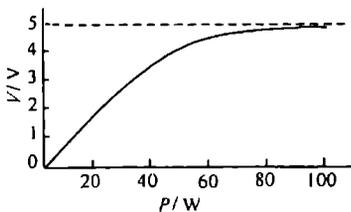
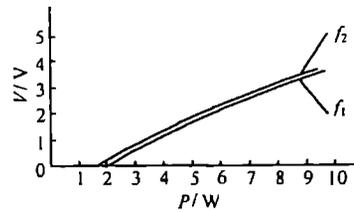


图 3 功率自适应控制单元框图

图 3 所示的功率自适应控制方法通过电平检测电路给出输入信号大小,经 A/D 变换把距离数据送单片机,判断通信距离的远近,以此控制和调节数字电位器输出,再作用于功率电平控制电路,达到根据通信距离调整发射功率的目的。



(a) 数字电位器电压与脉冲数的关系曲线



(b) 控制电压与输出功率的关系曲线

图 4 数字电位器电压、脉冲数与输出功率之间的控制关系曲线

但是,由于数字电位器具有图 4(a) 中所示的非线性控制特性,控制脉冲与输出电压的关系可用一函数近似表示为:

$$V_w(x) = V_0(1 - e^{-\alpha x}) \tag{1}$$

同时,在  $V_w$  对输出功率  $A$  控制时,同样由于系统特性和电播传播特性的影响(不同频段的传播损耗和多径衰落等),实现最终的有效控制就要考虑如图 4(b) 所示的另一非线性控制特性,它也可以用一个分段线性的函数表示为:

$$A(f) = A_0 + \sum_{i=1}^n K_i(f) \cdot V_w(x) \quad (2)$$

$f$  为工作频率(段),  $K_i(f)$  是一分段函数。

由于各种非线性控制特性的存在,实现通信质量与消耗功率最佳匹配设计时,应充分考虑不同频段和数字电位器特性等因素,对数字电位器的控制实施非线性修正,利用单片机的运算和控制能力,将式(1)、(2)转化为修正算法,采用图5所示的软件流程,依据通信要求,自动的对数字电位器进行调整,构成一个对发射功率自适应控制的完整系统。

### 3 应用结果及分析

利用上述原理和方法,对某型超短波电台进行了输出功率自适应控制改造,通过整体优化设计,包括选用低耗且性价比高的微处理器和 A/D 转换器及其它器件,在对被控对象进行认真分析,找出最佳控制部位和控制方式,如图6所示,这里将自动电平控制电路中的功率驱动电路发射极电阻用数字电位器取代,由数字电位器控制功率驱动电路的工作状态。用数字电位器实施功率自适应调整,可使系统在保证通信质量的情况下大大降低电源消耗,实践表明可节电 40% 左右,且对电路改动很小。如果将此技术推广到其它定量控制场合或仪器设备中,可以增加控制的灵活性和准确性,提高智能化水平。

采用软硬结合的方法使用数字电位器,在需要实施控制修正的情况下,有其灵活方便的特性,但响应速度将受到影响,在要求响应较快的场合,如果允许可选择动态范围大的数字电位器,只使用其控制特性的线性段,提高控制脉冲输入速度,或采用查表法以减少运算,可以满足高速应用的要求。

#### 参考文献:

- [1] 赵荣黎. 数字蜂房移动通信系统[M]. 北京:电子工业出版社,1997.  
 [2] 刘强,陈伟,郭文加,等. X 系列非易失性数字电位器及应用[J]. 电子技术应用,1998,24(2):65-66.

(编辑:门向生)

## An Effective Method of Adaptive Power Control

FENG Yong-hao, LI Yun, SONG Hao

(The Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

**Abstract:** There are many situation in which the transmitted power adaptive control is needed. In this paper, by using the programmable characteristic of digital resistor, an experiment of adaptive power control in a transmitter-receiver is carried out with the method of combining hardware with software, thus overcoming the influence of various nonlinear factors. Also, this paper shows that the results obtained in the study are obvious and satisfactory in the light of a certain type of radio stations, from this, an effective method of adaptive power control is put forward.

**Keywords:** adaptive power control; digital resistor; nonlinear correct

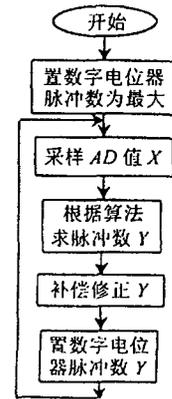


图5 功率自适应控制软件框图

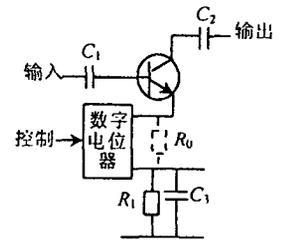


图6 功率驱动电路