

强抗干扰遥控汽车编解码器的设计与应用*

梁晓琳,包本刚,李艳芳,潘海军
(湖南科技学院,湖南 永州 425100)

摘要: 为提高遥控汽车的抗干扰能力,优化其控制功能,设计了一款具有16位随机地址码学习能力的多功能遥控汽车编解码器(MT-5/MR-5)。通过建立良好的通信协议、引入随机地址码学习功能和优化电路结构,极大地提高了遥控汽车的抗干扰和精确控制能力。最后介绍了该对编解码器在电路中的应用,具有进一步推广应用价值。

关键词: 基带信号;通信协议;遥控汽车;编码器;解码器。

中图分类号: TN911-34; TN492

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2014)02-0075-03

The design and application of RC cars codec with strong anti-interference ability

Liang Xiaolin, Bao Bengang, Li Yanfang, Pan Haijun
(Hunan Institute of Science and Technology, Yongzhou 425100, China)

Abstract: In order to improve the anti-interference ability of the remote control car, and optimize its control function, a pair of multifunctional remote control encoder MT-5 and decoder MR-5 are designed, they have a 16-bit random address code study ability, with a good communication protocol between, and some good circuit structure. Therefore, it greatly improves the anti-interference and the precision control ability for remote control car. Finally, the application of encoder and decoder in electric circuit were introduced, and they have a further popularization and application value.

Key words: baseband signal; communication protocol; remote control car; encoder; decoder

随着通信技术的迅速发展,各类无线遥控技术异军突起,应用范围越来越广,生活中常见的遥控汽车、防盗报警、遥控机器人以及家用电器等方面应用了大量的无线遥控电路,这些遥控电路的核心部件是遥控编解码器^[1]。但市场上很多遥控器和接收机的抗干扰能力不强,例如遥控汽车,经常出现“一个遥控机同时遥控多个同类型的遥控汽车”、“一个遥控汽车同时受多个同类型的遥控机所控制”、“一个遥控机只能请求一个遥控汽车进行地址码学习”和“一个遥控汽车只能接受一个遥控机发送的地址码学习请求”等问题。因此,设计一款具有多位随机地址码学习能力的多功能遥控汽车编解码器(也适用于遥控飞机、遥控机器人和其他遥控系统)具有很好的市场前景。

1 功能定义

编码器(MT-5)和解码器(MR-5)是一对能精确控制遥控汽车的编解码器,其管脚图如图1所示。MT-5的S键和MR-5的SRC键用来控制16位随机地址码学习功能,8个控制键F(前进)、B(后退)、R(右转)、L(左

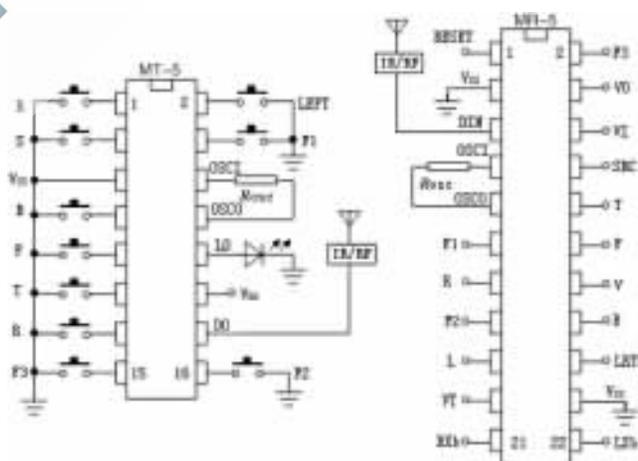


图1 编码器(MT-5)和解码器(MR-5)管脚图

转)、T(加速)、F1~F3(附加功能)用来遥控汽车的运动(如匀速前进、加速前进、右转以及多种状态组合的功能)。当按下地址码学习请求键S和地址码学习允许键SRC后,MT-5发送学习请求,MR-5接收到该学习请求后,进行请求状态识别和地址码数据检测,再进行16位

* 基金项目:2013年湖南科技学院校级科研项目(13XKYTB005)

技术与方法 Technique and Method

随机地址码学习。学习完成后,MT-5 就可以发送控制功能请求了,MR-5 接收到该请求后进行请求状态识别、地址码判断和请求功能数据检测,最后进行相应的控制功能驱动^[2]。

遥控汽车在非加速状态下前进和后退对应的 F 和 B 输出端输出 60 Hz 的脉冲,间歇地驱动电机转动,使遥控汽车处于非加速运动状态;而加速状态下前进和后退则对应 F 和 B 输出端输出高电平,持续驱动电机转动,从而使遥控汽车处于加速运动状态,如表 1 所示。

表 1 加速和非加速状态下的输出状态

输入方式	输出情况		
	前进	后退	加速
前进	60 Hz 脉冲	0	0
后退	0	60 Hz 脉冲	0
加速前进	1	0	1
加速后退	0	1	1

2 编解码思路

为建立遥控汽车的通信关系,MT-5 和 MR-5 必须共同遵循一个预先协商好的帧协议^[2-3]。在发送端数据按照帧协议的约定,把帧同步码、随机地址码、请求状态位、功能数据位、奇偶校验位、结束位等装入帧中后送入传输线路,接收端接收到帧后根据预先协定好的帧格式来进行同步、识别、校验和解码接收。信号发送过程中,码元为“1”时用占空比为 3/4 的矩形脉冲表示,码元为“0”时用占空比为 1/4 的矩形脉冲表示。帧结构和编码方式如图 2 所示,取编码频率 $f_c=2\text{ kHz}$, $T_c=0.5\text{ ms}$,码元信号周期 $T_s=2.0\text{ ms}$ 。



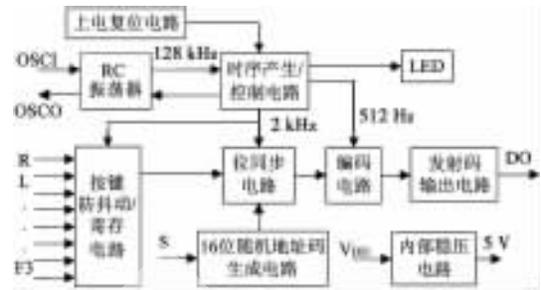
图 2 帧结构和编码方式

解码时只要控制取样时钟在该位中间时刻采样,所得到的取样值就是该位所代表的码元信息,该取样方式对时钟要求非常宽松,并有一定的容差范围。取样频率与编码频率一致,故可得取样时钟容差范围 $\Delta T=T_c=0.5\text{ ms}$ 。

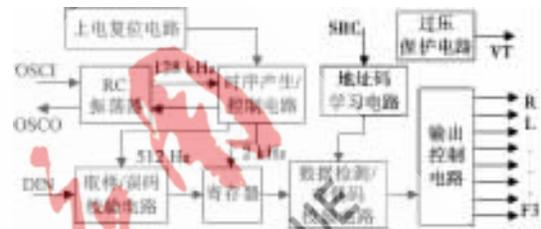
3 编解码器内部电路结构

编解码器含有上电复位、按键信号防抖动、16 位随机地址码发生器、编码、取样、地址码学习和输出控制等电路,如图 3 所示。因遥控汽车安全需要,解码器内置有过压保护电路^[4],输入自动关闭脚的过压信号会关闭马达(VT 脚未用时接地,转移点为 1.4 V)。

其中,16 位随机地址码产生器电路基于 M 序列生成原理,利用反馈移位寄存器产生线性移位寄存器序列。以 4 级移位寄存器为例,其逻辑功能如图 4 所示。设初始状态 $(a_0a_1a_2a_3)=1000$,即第一级 $a_0=1$,第二级 $a_1=0$,



(a) 编码器内部电路结构



(b) 解码器内部电路结构

图 3 编解码器内部电路结构

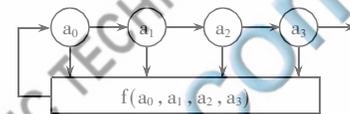


图 4 反馈移位寄存器的逻辑功能框图

第三级 $a_2=0$,第四级 $a_3=0$ 。当一个脉冲来到时,各级状态便自左向右移至下一级,末级 a_3 作为串行地址码输出。假设 M 序列多项式 $f(a_0, a_1, a_2, a_3)$ 输出为 a_4 ,将该输出反馈到第一级,成为第一级的新存数,下一个时钟脉冲到来又继续上述过程,随着时钟的不断来到,第一级 a_0 输出一个 0、1 序列。由于地址码学习请求和学习允许按键的控制时间具有一定的随机性,因此获取的 16 位地址码也是随机的。

编解码器还引入多个设计巧妙、结构简洁和性能优良的模块电路。如按键输入信号防抖动电路,能解决普通防抖动电路带来的结构复杂和延时较长等问题;带使能信号门控时钟型数据锁存器,能解决常见的数据锁存器所带来的门级功耗较高、版图面积较大和时序混乱等问题^[5];基于 COMS 开关特性奇偶校验电路,能解决由异或门组成的传统型奇偶校验电路所带来的版图面积大等问题^[6-7]。

4 编解码器的应用

根据遥控汽车的工作特性,设计了适用于 MT-5 和 MR-5 的应用电路,如图 5 和图 6 所示。

MT-5 应用电路正常工作时,9 V 直流电源经过由 R_1 、 D_1 、 C_1 和 C_2 组成的稳压电路后为编码器提供 4.7 V 的工作电压。同时,9 V 直流电源也直接给三极管 Q1 和 Q2 供电。按键开关 S 用于 16 位随机地址码学习请求;按键开关 F、B、T、R、L 用于控制遥控汽车的前进、后退、加速、右转、左转以及组合功能,F1~F3 用于功能扩

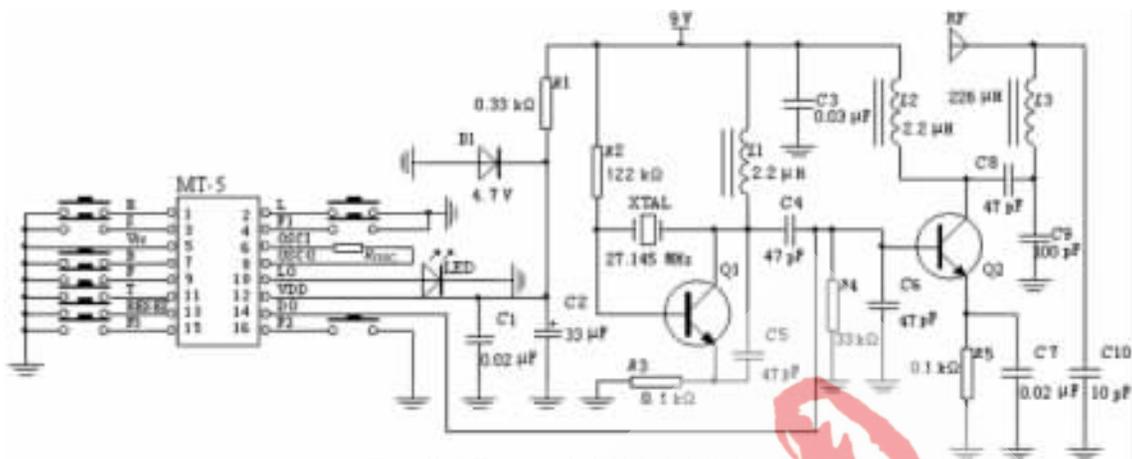


图5 编码器 MT-5 在发射电路中的应用

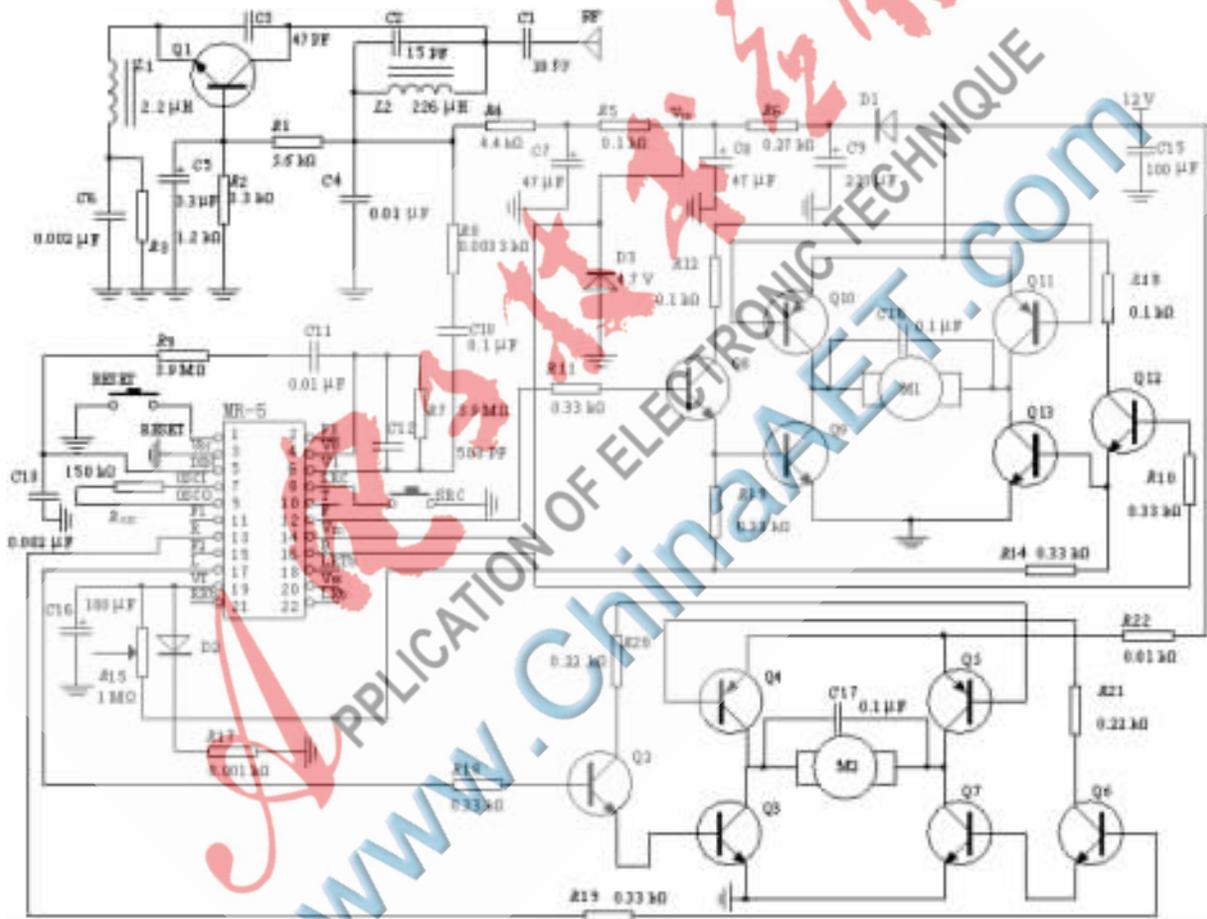


图6 解码器 MR-5 在接收电路中的应用

展。Q1、XTAL、L1 和 C5 组成一个电容三点式载波振荡器。MT-5 端口 DO 输出的编码信号与 Q1 输出的载波信号同时加到 Q2 的基极,经 Q2 调制,并经 L3、C9 和 C10 滤波后由天线发射出去。该电路设置载波频率为 27.145 MHz,元件具体参数如图 5 所示。

MR-5 应用电路正常工作时,12 V 直流电源直接加在伺服电机 M1 和 M2 两组全桥驱动器上。同时电源经稳压电路后为 MR-5 和 RF 接收电路提供 4.7 V 的稳定电压(IN4148 是通用开关二极管,对 MR-5 起到保护作用)。天线和 Q1 组成的 RF 电路接收信号后送给 MR-5

的一级反向输入端口 V1,经解码后,输出端口 F、B、R 和 L 输出控制信号,并驱动两个全桥电机驱动器,从而控制伺服电机的正向和反向转动。当 T=1、F=1、B=0、R=0、L=1 时, Q8、Q9、Q11、Q2、Q3、Q5 导通, Q12、Q13、Q10、Q6、Q7、Q4 截止, M1 正转和 M2 反转控制汽车加速向左前进。当端口 T=0 时, F 和 B 对应的高电平置换为 60 Hz 的脉冲,间歇地驱动电机转动以控制遥控汽车匀速前进和后退。该电路设置载波频率为 21.145 MHz 时,对应的元件参数如图 6 所示。

本文设计了一对具有 16 位随机地址码学习能力的多功能遥控汽车编解码器。给出一种保密性好和误码率低的编解码方式,建立了编解码器之间的通信协议,引入了独特的 16 位随机地址码生成、学习和检测功能,解码器必须在人为允许的条件下才可以接受地址码学习请求,并且还可以接受同类型的不同遥控器的地址码学习请求,极大地提高了遥控汽车在工作过程中的抗干扰能力。最后给出了编解码器在电路中的应用,实现了对遥控汽车的精确控制,并在遥控飞机和遥控机器人等一系列遥控设备中具有进一步的推广应用价值。

参考文献

- [1] 樊昌信.通信原理教程[M].北京:电子工业出版社,2005.
[2] 周松青.遥控编解码器 ASIC 的设计[D].桂林:桂林电子

科技大学,2008.

- [3] 李斌,高恭娴.学习型红外遥控器的设计[J].微型机与应用,2010,29(1):35-37.
[4] 曾国敬,宋跃,何志辉.一种智能家居远程控制系统的硬件设计[J].电子技术应用,2011,37(4):81-84.
[5] BHASKER J.Verilog HDL 综合实用教程[M].北京:清华大学出版社,2004.
[6] MARTIN K W.Digital Integrated Circuit Design[M].Beijing:House of Electronics Industry,2002.
[7] 吴其琦,韦文斌.基于 FPGA 的可编程滤波器的设计[J].微型机与应用,2012,31(22):75-77.

(收稿日期:2013-09-16)

作者简介:

梁晓琳,女,1981年生,硕士,讲师,主要研究方向:电路与系统的 EDA 技术教学和科研。