红外遥控技术及其解码方案

凌志斌, 邓超平, 郑益慧, 叶芃生

(上海交通大学电气工程系, 上海 200030)

摘 要: 红外遥控技术在家电、智能仪器、工业控制方面应用广泛, 本文从遥控的发射和接收两个方面详细介绍了红外遥控信号的编码、调制、发射, 接收、解调、解码的原理、分类及其实现方法, 指出了各自的应用场合, 并给出了应用建议。针对三种不同的编码方式(FM、PWM、PPM), 给出了相应的软件解码的流程图。

关键词: 红外遥控; 调制; 编码; 解码

中图分类号: TP873 **文献标识码**: A **文章编号**: 1002-2279(2003)06-0000-03

Infrared Remote Control Technique and Decoding Method

LING Zhi-bin, DENG Chao-pin, ZHENG Yi-hui, et al

(*Electric Engineering Dept., Shanghai Jiao Tong University, shanghai* 200030, *China*)

Abstract: Infrared remote control was widely used in intelligent instrument, industry control. In this paper, the principles of coding, modulation, transmittal, receiving, demodulation was discussed in detail. The class of infrared control and the situations in which infrared remote control used were described, and suggestions on application were given. At the end of this paper, the flow charts of three kinds of decoding were described also.

Key words: Infrared remote control; Modulation; Coding; Decoding

1 引 言

红外遥控由于其发射和接收方便、结构简单、成本低、可靠性较高, 因而早已在家用电器中得到广泛应用。目前在智能仪器和工业控制系统中的应用也越来越广泛。

红外遥控本质属于红外信息传输的一种应用形式。红外传输大体分为数据的传输和控制信息(指令)的传输二类。

数据的传输一般来说传输的信息量会较大, 因此一般会要求有较高的传输速度, 对于可靠性的要求则针对数据的具体应用而异, 在计算机、PDA 等设备上采用的 IrDA 接口就是这种应用的典型代表。由于红外发射二极管发射次数和频率对其使用寿命的影响, 这种应用中发射系统的使用寿命是设计者需要考虑的因素之一。

控制信息传输的特点是信息量小, 但是可靠性要求高。目前广泛应用的红外遥控就属于这种情况。本文中将主要针对这一情况进行分析阐述。

2 红外遥控原理及分类

按照产生和区分控制指令的方式来分, 常用的红外遥控系统有频分制和码分制两种[1]。

频分制红外线遥控就是以产生的不同频率的电信号代表不同的控制指令。遥控信号的频率范围一般在几百 Hz 到几十 KHz 之间。频分制遥控的抗干扰能力较强, 但由于各个频率之间间隔的限制, 因此只适用于遥控通道数目不太多的情况。

当遥控通道数目较多时, 一般采用码分制红外遥控方式。码分制红外遥控以不同的脉冲编码(不同的脉冲数目及组合)代表不同的指令。相对于频分制, 码分制电路简单、方便, 使用更加灵活, 保密性强。同时, 码分制电路也容易实现集成化, 因此在实际使用中多采用这种方式。码分制自然就离不开编码与解码, 本文中将重点对解码方案进行探讨。

3 红外遥控信号发射

红外遥控信号的发射由按键的识别、指令编码、信号的调制及红外发射四部分组成[2]。每一部分既可由具有相应功能的芯片分步完成, 也可以由专用芯片或MCU 一次完成。其流程如下图 1, 当然对于非按键式的遥控, 就没有按键识别这一过程。

3.1 调制

码分制系统编码的频率极低, 周期达ms 级, 必需使用调制解调电路。否则外界光线的突然变化可

凌志斌(1976-), 男, 湖北人, 博士, 主要研究方向: 检测、控制及电力电子技术。
收稿日期: 2003-03-17

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能会对接受电路造成干扰, 产生误动作, 系统的抗干扰能力及可靠性就难以保证。目前常用的载波频率有 30K, 33K, 36K, 37K, 38K, 40K, 56K 等几种, 最为常用的是 38K。在实际使用过程中, 应尽量选用以上几种调制频率, 并注意避免载波频率与系统其他部分的工作频率一致, 以免相互干扰。

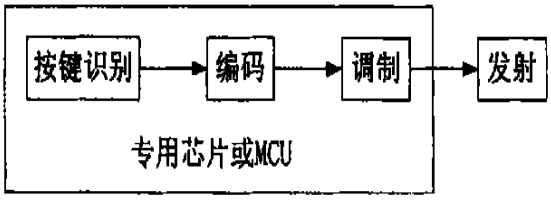

图 1　遥控信号发射流程

3.2　红外遥控编码

目前应用中的各种红外遥控系统的原理都大同小异, 区别只是在于各系统的信号编码格式不同。编码的实质是二次调制, 按调制方式分类: 目前常采用的编码方式有频率调制(FM)、脉宽调制(PWM)和脉位调制(PPM)三种。分别如图 2(a)、(b)、(c)所示。

FM 调制是通过调制信号(0, 1 序列)改变载波信号的周期, PWM 调制是在周期不变的情况下通过"0"、"1"来改变脉冲的宽度。实际中有不少技术人员常常把 FM 调制和 PWM 调制混为一谈, 都称作 PWM 调制。图 2(c)所示的 PPM 实际是 2PPM 调制, 且 t1= t2= T/2, 它通过脉冲位置的 2 种变化来实现 0, 1 编码。

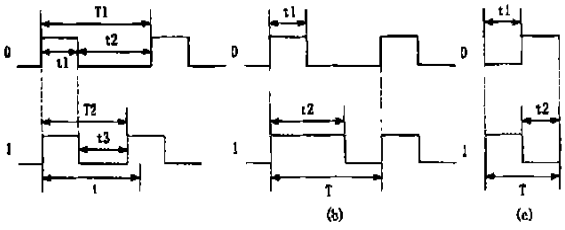

图 2　三种红外编码方式

调制与编码两部分合在一起就是脉码调制(PCM)[3]。

按编码产生方式分为专用芯片编码方式和自定义编码方式两种。

(1) 专用芯片编码方式: 有固定的调制方式和帧结构, 可用硬件、也可以用软件来实现解码。

(2) 自定义编码方式: 调制方式和帧结构都由自己定义, 采用这种编码方式时一般都需要采用软件解码。

有许多专用的遥控发射芯片把按键识别、编码、调制功能集成在一块芯片中, 输出发射信号, 只要经过驱动即可通过红外二极管把遥控信号发射出去。这种发射方式简单可靠、基本不用调试即可使用, 如 PT 系列的 PT2262、Holtek 公司的 HT6221。大多数发射芯片采用低功耗设计, 特别适用于手持式遥控器中。

虽然专用芯片使用简便, 但对于某些场合却并不适用。最简单的例子就是空调遥控器, 用户必须从遥控发射端知道空调当前的设置状态, 而遥控器的按键数目又不可能太多, 在这种情况下, 我们发射出去的温度调节信号就不能只是简单的"加"/"减"和"开"/"关", 还应该把设置的温度值一起发射出去。这时就要使用以 MCU 为核心的遥控发射电路。

在以 MCU 为核心的遥控发射电路中, MCU 完成按键的识别、编码工作, 调制既可由硬件电路完成也可以由软件模拟完成。因为如前所述, 红外遥控的载波频率比较低, 才几十 KHz, MCU 的速度完全可以满足要求。产生出来的发射信号同样只要经过驱动即可发射出去。

3.3　发射

红外光的有效传送距离正比于驱动峰值功率, 红外发射二极管为电流型器件, 其功率与所通过的峰值电流成正比, 为了增加传输距离, 可加大峰值驱动电流。选用不同功率的发射管, 遥控距离可从几米到几十米。

红外光发射的指向性较强, 作用角度较小。其指向性与发射二极管的封装形状也有关系, 球面形封装就比平面形封装的指向性强。要改善接收范围, 在选用合适的封装形式的器件基础上, 还可采用多个发射管串联或并联, 并间隔一定距离并列安装的方式。

4　遥控信号接收解码

遥控信号的接收包括红外接收、放大检波整形、解调、解码等几个过程。流程如下图 3 所示。

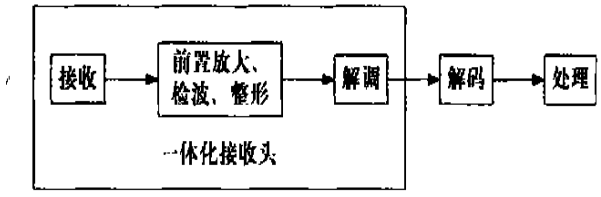

图 3　遥控信号接收流程

红外信号的接收可采用光敏二极管或光敏三极管。在同样的红外光线下, 光敏三极管的光电流比光敏二极管大得多, 因此接收灵敏度也较高。

前置放大、检波、整形及解调既可用通用运放等电路设计, 也可用专用的芯片来完成, 如 CX20106、LA7224, 不同的外围电路参数, 产生不同的调制频率。一般的应用建议使用专用芯片。

目前, 在红外遥控中多采用一体化的红外接收

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

头(接收模块), 红外接收头完成对红外信号的接收、放大、检波、整形、并解调出遥控编码脉冲, 不同型号适用于不同的调制频率。前面提到的几种调制频率都有相应的接收模块供选用。

红外遥控接收头解调出的编码脉冲是串行二进制码, 是经过编码的控制指令。因此, 要正确识别收到的控制指令, 需要对这些串行二进制码进行解码。解码有两种方式: 硬件解码和软件解码。

4 1　硬件解码

硬件解码可分为专用解码集成电路和自行设计的解码电路两种。专用解码芯片一般与专用编码芯片配对设计制造。按其编码与解码功能可分为以下三类:

(1) 控制数据/地址加密编码与解码器: 这类电路的特点是在地址加密编码的同时还可以进行控制数据的编解码。其编码容量大, 保密性好。适用于安防、工业控制等对可靠性要求较高的场合。

(2) 地址加密编码与解码器: 这一类电路无控制数据编码仅有加密地址编解码功能。适用于可靠性要求较高, 但只进行简单的开关或增减控制的场合。

(3) 控制数据编码与解码器: 这类电路无加密地址编码仅有控制数据的编解码。适用于群控或者应用环境本身就保证了其他信号发射源不会同时出现的场合, 如在一个密闭的设备内部。

使用专用的硬件编码解码对芯片, 简便可靠, 使用广泛, 不再多述。本文就自行设计的硬件解码电路进行一些探讨。

对于采用下述频率调制(FM)方式的遥控编码, 如图 2(a)所示: 把一个宽度为 t1 的正脉冲后跟一个宽度 t2 的低电平定义为 1, 把一个宽度为 t1 的正脉冲后跟一个宽度 t3 的低电平定义为 0。帧结构定义如下: 一帧由 16 位二进制代码组成, 前 8 位是用户码, 以区别不同的用户, 后八位是指令码。有人采用这样的解码方法[4]: 设计一个上跳沿触发的单稳电路, 设置单稳时间为 t, 使 T1< t< T2。如果在下一个上跳沿来到之前, 单稳电路返回, 则说明该编码为 0, 否则为 1。之后把解码出来的位依次送入 8 位移位寄存器。最终结果就是后位指令码存储在移位寄存器中, 从而实现了解码的功能。这种做法在实际应用中有些值得商榷的地方: 其一, 硬件复杂, 成本高且调试比较复杂; 其二, 丢弃前 8 位用户码的做法使应用该电路解码的系统无法区别不同的用户, 限制了它的使用范围。当然如果改用 16 位移位寄存器代替 8 位移位寄存器就可以记录下前 8 位的用户码以供处理, 但这样无疑大大增加了解码电路与 MCU 的连线数量, 接口更加复杂。

一般来说硬件解码相对软件解码成本较高, 并且当系统因更改或升级改变了编码方式时, 接收的硬件就要做相应的更改, 缺乏一定的灵活性。

4 2　软件解码

当 MCU 的任务不是很繁重时, 可以考虑使用软件解码[5], 软件解码时硬件连接图如图 4 所示。

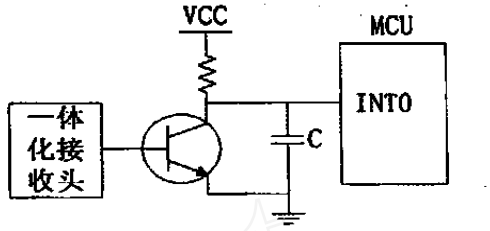

图 4　软件解码时硬件连接图

对于频率调制方式, 只要测出每次脉冲的周期就可以解码出对应的二进制信息。方法有很多种, 中断、查询都可以实现, 具体方法因实际情况而定。

对于脉宽调制(PWM), 只要识别出每个脉冲的高(或低)电平宽度即可完成解码。

对于 2 脉位调制(2PPM), 需要判断出每个周期内高低电平出现的先后次序, 从而实现解码。

为增强通用性, 下面给出采用相同的硬件连接和占用相同的 MCU 硬件资源时以上三种调制方式的解码软件流程图, 如图 5、图 6 所示。

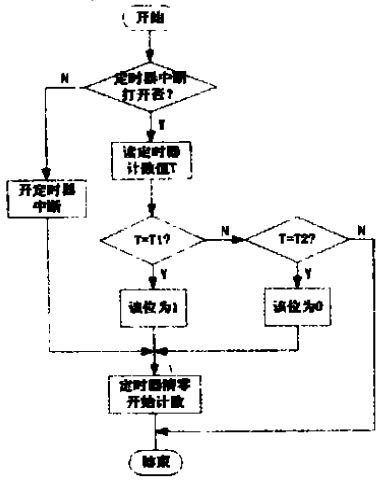

图 5　FM 调制流程图

占用资源: 外部中断一个, 定时器中断一个。

一体化接收头解调出来的信号直接加到 89C51 的一个外部中断口。

PWM 调制与 FM 调制的流程图一样, 只不过 PWM 方式时检测的是高(或低)电平的宽度, 而 FM 调制时检测的是整个周期的宽度, 所以只要把定时器门控位 Gate 置 1, 使其只在/INT0 为高电平时计数即可。

FM/PWM 编码解调时, 定时器溢出中断作为帧结束的标志, 同时关定时器中断。并判断帧格式是

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

否正确, 若不正确, 丢弃此次接收的帧信息。

对于 PPM 编码的解码, 用 INT0 的下跳沿中断来鉴别帧的开始, 之后关闭 INT0 的外部中断功能, 改为普通输入口来查询输入电平的变化。假设无信号时 INT0 脚为高电平。在这种情况下, 检测到的第一位一定是“1”(对应于从高到低的跳变), 所以一般定义一位或者几位“1”作为引导码, 以和正常传输的命令或者数据在时间上分离开。

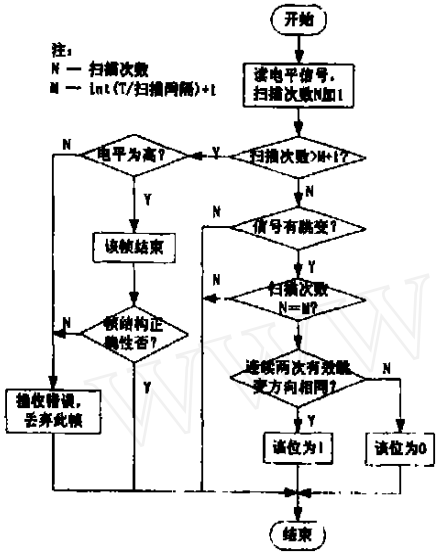

图 6　PPM 调制流程图

图 7 为采用 2PPM 调制编码的一帧信息的时序图, 前两位“1”为引导码, 无红外信号输入时 MCU 对应的信号输入为高, 参照下图更容易理解 2PPM 的解码流程。

采用定时中断扫描的方式来发现信号的跳变及其时刻, 将定时器中断优先级定为最高。扫描的速度不用很快, 只要在信号保持不变的时间段内能够扫描 2- 3 次即可。如对于高低电平各 0.5ms 的 2PPM 信号, 扫描周期定在 0.2ms 即可。扫描过快会占用过多的MCU 时间。

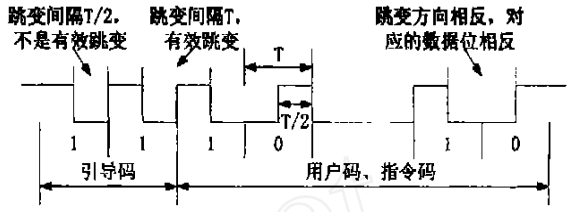

图 7　2PPM 编码示意图

可以看出, 虽然用中断和查询相结合的处理方法, 即: 用中断检测到帧的到来, 之后再用扫描的方式来解码, 可以使占用的MCU 时间大大减少, 但在三种编码方式的软件解码中, PPM 的解码占用的 MCU 时间仍最多。如不用外部中断, 而完全用定时查询的方式, 就可以把脉冲信号从MCU 的任意 I/O 口输入。但这样解码占用的MCU 时间会更多。

当然, 软件解码时也可以用其他的硬件或者连线方式与MCU 相连, 占用不同的MCU 资源, 解码时消耗的MCU 时间也不同, 图 4 只不过是硬件及其连线最为简单的一种方式。如采用软件解码, 在选择编码方式时, 还应适当考虑不同的编码方式对解码MCU 时间占用的不同对系统整体性能的影响。

各种编、解码方式应用时的综合比较如表 1。

表 1　各种编、解码方式应用时的综合比较

发射方式\接收方式		接收解码		
		硬件解码		软件解码
		专用芯片	设计硬件电路	
发射编码	专用芯片	简便、可靠	可靠性较差不推荐	可靠, 成本低
	MCU 调制编码	成本不合适不推荐	成本、可靠性均不合适不推荐	可靠, 灵活, 成本低

5　结　论

红外遥控技术在家电、智能仪器、工业控制方面广泛应用, 不同的实现方式适用于不同的场合。一种非接触式的信息传输技术, 红外方式能够提供较一般光耦和隔离变压器更高的电气隔离度, 这一点在工业应用中也具有相当的实际意义。

(1) 红外遥控分为码分制和频分制两种。码分制适用于通道数较多的场合。

(2) 码分制系统编码的频率极低, 必需使用调制解调电路。否则外界光线的突然变化可能会对接收电路造成干扰, 产生误动作。在实际使用过程中, 同时应尽量避免载波频率与系统或者系统中某一部分的工作频率一致, 以免相互干扰。

(3) 专用芯片编码解码简便可靠, 但缺乏灵活性。软件编码适用于遥控命令较为复杂的场合, 而软件解码则给整个系统的更改和升级提供了极大的灵活性。

参考文献:

[1] 苏长赞编著. 红外线与超声波遥控[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1993.

[2] 记宗南. 红外线遥控发生器的原理及应用[J]. 国外电子元器件, 1999; (10): 32- 34.

[3] 詹道庸编. 传输原理[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1995.

[4] 刘晓明, 安敏, 王军. 两种红外解码技术的探讨[J]. 测控技术, 2001; (12): 51- 53.

[5] 张毅. 红外遥控编码的软件识别接收法[J]. 重庆邮电学院学报, 2001; (6): 84- 86.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net