

多引信协同起爆用多路装定系统设计及反馈

张大猛,李豪杰,李长生

(南京理工大学 机械工程学院,南京 210094)

摘要:针对多管武器系统近程拦截对多引信协同起爆的需求,提出了多路装定系统及反馈实现方案,通过多个装定支路对多发引信进行装定,完成了多路装定系统和装定反馈模块的软件和硬件设计,通过数据编码设计和流程设计实现装定系统对多路装定信息的识别与反馈。试验表明,多路装定系统可满足装定速率、多引信协同起爆控制的装定要求,且各装定支路互不干扰。

关键词:引信;多路装定系统;编码;反馈模块

本文引用格式:张大猛,李豪杰,李长生.多引信协同起爆用多路装定系统设计及反馈[J].兵器装备工程学报,2017(10):142-146.

Citation format:ZHANG Dameng, LI Haojie, LI Changsheng. Design and Feedback Method of Multi-Channel Setting System for Multiple Fuze Cooperative Detonation Initiation [J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2017(10):142-146.

中图分类号:TJ43

文献标识码:A

文章编号:2096-2304(2017)10-0142-05

Design and Feedback Method of Multi-Channel Setting System for Multiple Fuze Cooperative Detonation Initiation

ZHANG Dameng, LI Haojie, LI Changsheng

(School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: In order to meet the needs of multi-fuze cooperative detonation initiation for multiple weapon system short-range interception, a scheme of multi-channel setting system and feedback is proposed and designed. Multiple fuze is set by multiple setting branches. The hardware and software of the multi-channel setting system and the feedback module is designed, and the identification and feedback of the multi-channel setting's information is realized through the data coding and process design. The experimental results show that the multi-channel setting system can meet the requirements of setting rate and multiple fuze cooperative detonation control, and every setting branch doesn't interfere with each other.

Key words: fuze; multi-channel setting system; code; feedback module

在现代信息化作战中,火炮可依靠火控系统信息,通过装定器在发射前或发射过程中对引信进行供能以及炮目距离、弹丸飞行时间以及初速等相关数据的装定,使弹丸按照作战要求精确起爆。在近程拦截作战中,利用多管武器系统发射弹药,多枚弹丸形成弹幕实现对敌方目标拦截和摧毁^[1]。对于多管火炮多发齐射或连射作战,需要多个引信同

时接收火控系统提供的信息,协同对弹丸进行控制,使弹丸在预定位置同步起爆形成弹幕进行有效拦截。

装定器是实现火控系统与引信数据链传输的中继装置,保障装定过程安全靠。杜军等^[2]提出了间断供能的引信装定数据双向传输方法,实现装定数据反向传输并提高了装定信息反向传输阶段的能量利用率;周晓东等^[3]提出了一种基

收稿日期:2017-06-15;修回日期:2017-06-30

作者简介:张大猛(1991—),男,硕士,主要从事探测制导与控制研究。

于副线圈的引信感应装定器反馈通道设计方案,将反馈通道置于装定器内,使装定器形成独立的闭环系统。现有装定技术一般是一个装定器对单一引信进行信息装定,并接收引信的反馈信息,无法同时对多引信装定或在一定时间内对引信装定的数量有限。对于需要预定时间内发射多枚弹药的多管火炮来说,传统的装定器不能够满足一个装定器对多个装定器的信息装定的需求,而且多引信在较短时间内给装定器发送反馈数据,会造成引信反馈信息混淆,使火控系统不能分别判断各个引信装定成功与否,造成引信装定失效。本文提出了一种基于多引信协同起爆控制的多路装定系统及其对应的反馈实现方法,能够在预定时间内依次对多个引信进行数据装定,满足装定速率和信息反馈的可靠性要求;且火控有效接收引信的装定反馈结果,实现火控系统与多发引信之间的信息交互^[4]。

1 多引信协同起爆的多路装定系统的组成

1.1 单个装定支路的工作原理

多路装定系统具有多个装定支路。每个装定支路由主控制器、装定输出模块和电源接口组成,如图 1 所示。每个装定支路都可以通过串行通讯接口接收火控计算机发送的数据。支路主控制器通过识别装定信息,将经过计算、编码、调制后的装定信息传输给引信;引信收到装定数据之后,进行解调、译码、传输等处理,并将装定结果反馈给装定支路,实现装定支路与引信之间的信息传递^[5]。

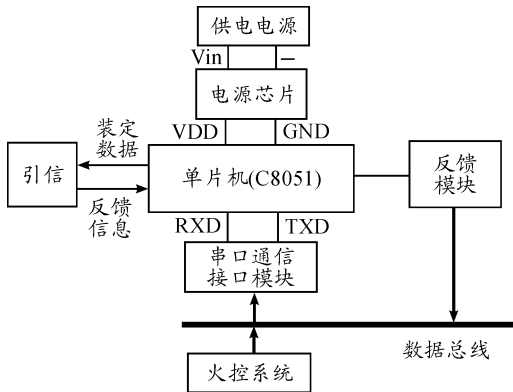


图 1 单个装定支路的结构组成

1.2 多路装定系统设计方案

多路装定系统基于数据总线上的火控系统信息,进行装定信息识别,并将装定信息发送给相应的引信,装定结果发送给反馈模块,各路发送结束后,一起反馈各引信装定结果给火控系统。多路装定系统组成包括火控通讯模块、电源接口模块、反馈模块以及装定模块(以 20 个装定支路为例),如图 2 所示。

多路装定系统将火控计算机与引信建立起信息通道,其中火控通讯模块与火控系统总线相接,火控通讯模块将 RS-422 信号转变为 UART 串行接口能够识别的信号;电源接口模块与供电电源相连对整个系统进行供电。装定模块由

多个相对独立的装定支路组成,其电路结构如图 1 所示。

为避免装定支路发送给火控计算机反馈数据混淆,在系统中设计了反馈模块。每个装定支路在给其对应的引信装定之后,接收引信的反馈信息^[6]。各个装定支路通过置位引脚与反馈模块对应的各个引脚依次连接,实现反馈信号与各路引信的对应识别。在火控系统给全部装定支路发送完数据后,反馈模块读取各个装定支路置位引脚电平,装定成功引脚电平为高,反之为低。最后反馈模块将引脚电平读取结果通过串行总线传送给火控系统,进而得到每路引信的装定结果。

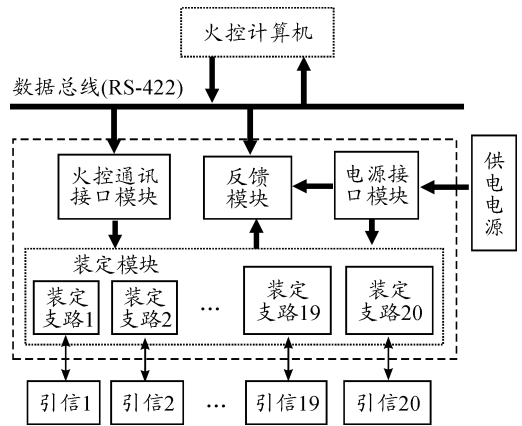


图 2 多路装定系统结构组成

2 多路装定系统的设计及反馈实现

2.1 装定支路编号及数据编码设计

设计多路装定系统时,各个装定支路相对独立,利用 RS-422 串行总线差分传输的特点,各装定支路共用 RS-422 串行接口,用于装定支路接收火控发送的数据信息。每个支路独立供电,实现对多引信的独立装定。这样即使在某一支路装定出现问题时,也不会影响其他支路正常工作,保证系统工作的可靠性和安全性。

火控系统计算机给装定支路传输数据信息时,通过除引信所需信息外增加编码位区别各装定支路信息,只有数据包中的数据信息符合支路本身的编号时,该支路才接收该数据包中的装定数据。

为了区分不同的装定支路,对每个支路进行编号 1、2、3……20。在火控给每个装定支路发送的数据包中,前两个字节为开始标志,第三个字节为装定支路的编号,如支路的编号为 5,设开始标志为 7E、02,则数据包的前三位为 7E、02、05。硬件设计中,通过外接电阻调整,将每一个装定支路主控制器的 5 个空闲引脚(如图 3 之 1、0、1、0、0)电平置高或者置低,结合软件设计,实现每个支路的编号。支路编号为 5 时,将 R_1 、 R_5 电阻焊上, R_4 、 R_8 、 R_{10} 电阻焊上(图中不焊的画成虚线),再通过汇编程序读取这几个引脚的电平,即可确定该支路编号为 5。只有当数据包中的第 3 个字节为 05 时,该装定支路才会接收该数据包的全部数据。

为识别多路装定的结束,装定数据包还有 1 字节的结束标志(其值设为 11),当结束标志出现后,反馈模块将各路装定结果一并反馈给火控系统。数据包数据结构如表 1 所示。

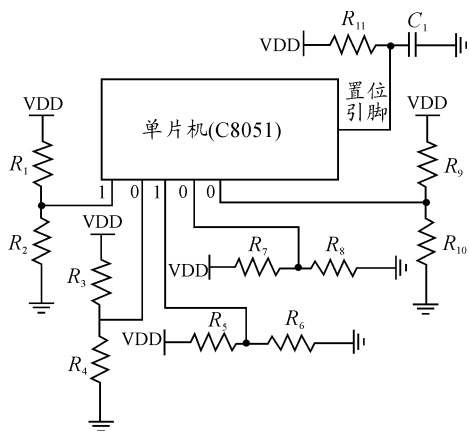


图3 装定支路编号电路原理图

表1 火控计算机发送给装定支路的数据包

开始标志字节	7E 02
装定支路编号	00 ~ 14
给引信装定的数据	XX XX XX XX XX
结束标志	11
校验和	00 ~ FF

2.2 多路装定系统反馈模块及编码设计

反馈模块由电源模块、串行通讯接口模块和主控制器模块三部分组成,其结构原理如图4。其中,电源模块接入装定系统的供电电源,电压经过电源芯片转换成主控制器所需的电压值;串行接口模块的电路与装定系统的火控通讯接口相同,两者并联实现与火控计算机的数据传输;主控制器模块接收火控系统发送的装定信息,通过结束标志位判断装定数据是否结束,延时一段时间后读取每个支路的装定结果,最后通过串行总线向火控系统发送引信的装定结果。另外,为了提高计时精度和准确性,采用外部振荡电路^[7]。

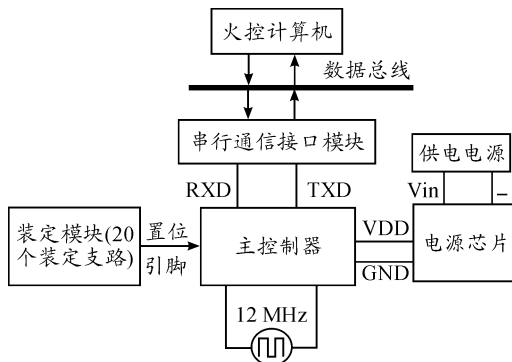


图4 反馈模块的结构原理

控系统发送的数据,当检测到结束标志字节(值为 11)时,则以此为计时起点延时一定的时间。延时结束后,反馈模块通过程序读取已给引信装定的每个支路的置位引脚电平,最后将引脚电平读取结果传送给火控系统计算机^[8]。每个装定支路已有自身的编号,反馈模块给火控反馈的数据按支路编号,支路编号高的在前,低的在后,开头两个字节为开始标志,最后一位字节为前面所有字节的校验和。在没有给引信装定或装定失败时,反馈模块给火控系统反馈引信装定结果均为 0,若给引信装定成功则反馈结果为 1。若有 20 个支路,没有接引信时火控系统得到的反馈数据如表 2 所示。

表2 反馈模块给火控系统发送的数据信息

开始标志	引信装定结果	校验位
E7 03	F0 00 00	00 ~ FF

2.3 多路装定系统反馈模块的软件设计

反馈模块的程序分为主程序和中断程序两个部分。主程序在单片机上电之后,开中断允许位、串口中断允许位,延时结束后读取支路的装定结果,将读取的数据发送给火控系统的计算机^[9],主程序的流程图如图5。

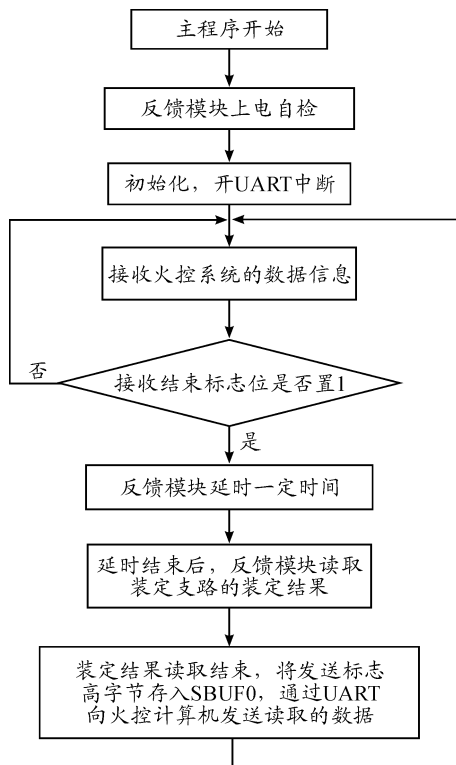


图5 反馈模块主程序流程

中断程序包括接收中断和发送中断,如图6所示。当主程序运行时,接收中断标志位置一时进入接收中断。将通讯标志低字节寄存器的值存入高字节寄存器,将SBUF0的值存入低字节寄存器,判断是否接收到通信开始标志,然后判断接收计数器的值。当接收计数器的值等于 1 时,确定将要接

火控系统给装定支路发送数据时,反馈模块也在接收火

收数据的个数,将 SBUF0 的值写进校验寄存器,初始化数据接收指针;当接收计数器的值 ≥ 2 时,判断数据包中是否有接收结束标志。若接收到结束标志字节,将接收结束标志位置 1,并且作接收数据的校验和,最后出栈,结束接收中断。

在主程序中读取装定支路的置位引脚电平之后,将发送通信标志的高字节(设为 E7)赋给 SBUF0,发送中断开始标

志位置一进入发送中断。发送计数器的值加 1 之后进行判断。当发送计数器的值等于 1 时,继续发送通信标志低字节(设为 03);当 ≥ 2 时,发送反馈模块读取的装定结果;当发送计数器的值等于 6 时,发送前面所发送的所有字节数据的校验和。最后出栈,结束发送中断。

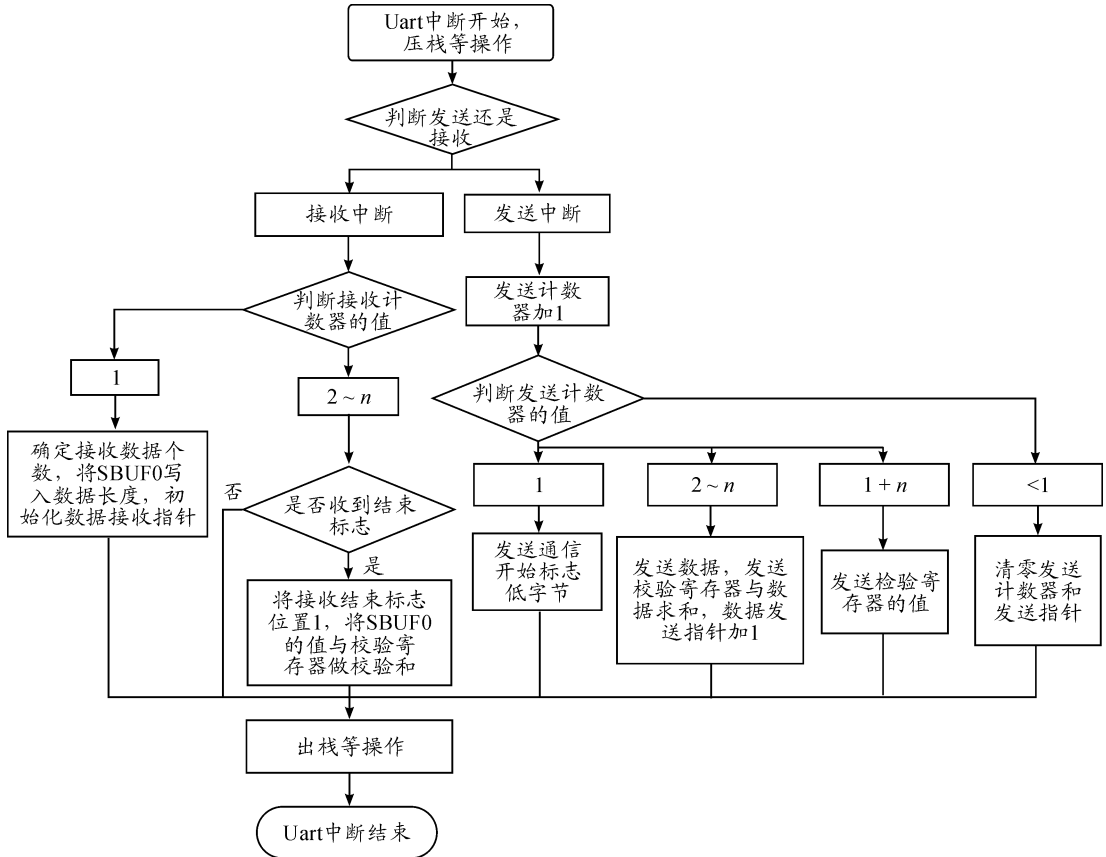


图 6 反馈模块串行中断程序流程

3 系统调试与性能分析

如图 7 所示,模拟火控系统通过装定支路给引信装定时,用示波器连到装定支路的输出线缆,测得前段波形是支路给引信装定的数据,包含 1 个同步位、5 个 8 位信息量;后面波形为引信给装定支路的反馈信息,包含 1 个同步位、8 个数据位,装定和反馈数据总长度为 50 位,如图 8 所示。在 6.85 kbps 数据速率下传输时间为 7.5 ms。计入装定和反馈间过渡时间约 1 ms,

则完成一次装定和反馈所需时间为 8.5 ms,满足装定速率的要求^[10]。

给引信装定结束后模拟火控的接收,当结束标志字节为 00 时,没有反馈信息,表明火控计算机还在继续发送装定数据;1 号装定支路对引信进行装定,装定成功且反馈数据也

正常;2 号装定支路先给引信装定,再让 6 号装定支路对引信进行装定,反馈结果如表 3 所示。

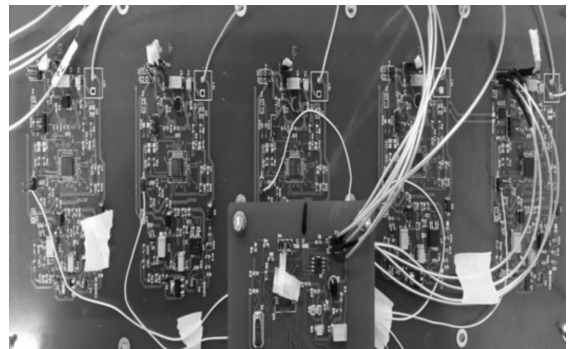


图 7 多路装定系统 PCB 板连接图

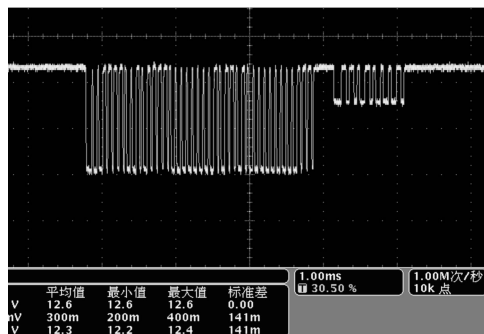


图8 装定支路与引信之间的信息传输波形

表3 三种装定状态下的装定数据包与反馈信息

支路编号	火控系统给装定支路发送的数据包	火控系统收到的反馈信息
02	7E 02 02 3C BC 02 D0 07 00 D3	
01	7E 02 01 3C BC 02 D0 07 11 E3	E7 03 F0 00 01 DB
06	7E 02 06 3C BC 02 D0 07 11 E8	E7 03 F0 00 22 FC

调试结果显示,将任意装定支路接入系统电路,模拟火控系统发送装定数据,引信均能够有效装定,且反馈信息正确,火控系统能够准确掌握每一支路的装定结果,且各支路之间互不影响,工作稳定。

4 结论

作者掌握了多路装定系统的组成、功能及关键技术,进行了多路装定系统装定支路的编号编码方式、反馈模块的硬件和软件设计,模拟了火控计算机对多路装定系统数据发送

与接收的在线调试,说明所设计的装定支路能够迅速给引信正确装定,火控系统接收反馈正常,反应灵活。各个装定支路能够相互独立工作,一条支路装定出现故障不会影响其他支路正常工作,可避免反馈结果混淆,能够满足多路装定的装定速率和多引信协同起爆控制的装定需求。

参考文献:

- [1] 王孟军,刘胜,王连生. 弹幕反导武器系统新机理研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2008:26-30.
- [2] 杜军,李红英,马君. 间断供能的引信装定数据双向传输方法[J]. 探测与控制学报,2014,32(1):81-83.
- [3] 周晓东,王东亚,刘强,等. 基于副线圈的引信感应装定器反馈通道设计[J]. 弹箭与制导学报,2012,32(5):102-105.
- [4] 张原,乔斌,刘小龙. 某引信信号处理电路测试仪的设计与实现[J]. 现代电子技术,2014,37(9):23-26.
- [5] 赵杰,李豪杰,李长生. 引信磁共振装定技术研究[J]. 现代电子技术,2012,35(1):20-24.
- [6] 霍智杰,周浩. 引信装定编码译码方法分析[J]. 舰船电子工程,2015(6):88-90.
- [7] 任朋利,刘峰华,邵志豪. 引信RS-422总线全双工通讯装定方法[J]. 电子设计工程,2014,22(3):67-68.
- [8] 李长生,张合. 基于磁共振的引信无线装定方法[J]. 探测与控制学报,2014,36(2):2-5.
- [9] 张合,李豪杰. 引信机构学[M]. 北京:北京理工大学出版社,2014:171-175.
- [10] 孙艳,智小军,康亚娟. 引信与装定器间的同步应答通讯方法[J]. 信息通信,2013(4):39-40.

(责任编辑 杨继森)