

doi: 10.7690/bgzd.2015.11.004

基于 nRF905 的遥控型电击发装置

刘 镇¹, 周克栋¹, 赫 雷¹, 黄雪鹰², 张俊斌²

(1. 南京理工大学机械工程学院, 南京 210094; 2. 中国人民解放军 63856 部队, 吉林 白城 137001)

摘要: 针对传统的靶场测试中人手扣动枪械扳机带来的安全性低、误差大、数据传输实时性差等问题, 设计了一种基于 nRF905 的遥控型电击发装置, 实现了靶场射击的自动化, 加快了其数字化进程。该装置采用 AT89C52 单片机为中央处理单元, 利用 AT89C52 的扩展端口及无线收发模块 nRF905 进行设计, 并制作成系统样机分别在室内和空旷地带进行实地穿墙试验。实验结果表明: 该装置能够实现以遥控方式控制枪械的击发, 在保障操作人员的安全的同时满足了靶场穿墙及遥控击发距离需求。

关键词: nRF905; 单片机; 遥控; 靶场**中图分类号:** TJ86 **文献标志码:** A

A Remote Control Electric Triggering Device Based on nRF905

Liu Zhen¹, Zhou Kedong¹, He Lei¹, Huang Xueying², Zhang Junbin²(1. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China;
2. No. 63856 Unit of PLA, Baicheng 137001, China)

Abstract: In traditional range tests, many problems may be met when pulling the gun trigger manually, such as low security, great errors, and poor real time of data transmission. To deal with these problems this paper has designed a remotely electrical shock device based on nRF905 which can promote the auto progress of range firing. This device is applied single chip microcomputer as the central processing unit and designed on the AT89C52 expansion port and nRF905 wireless transceiver module. The produced prototype has been tested indoor and on the open spaces with through walls tests. The experiment results show that this device can realize the control of the gun trigger remotely. It can also meet the actual need on through walls test sand distance tests while guaranteeing the safety of the operators in the same time.

Keywords: nRF905; SCM; remote control; range

0 引言

在传统的靶场测试中, 采用人手直接扣动枪械扳机击发枪械的击发方式存在以下几个问题: 一是安全性较低。试枪员操作时有可能由于外界噪声干扰或者听错指令而误操作, 从而造成靶场工作人员安全事故, 尤其是防弹头盔穿甲实验等特殊试验场合, 试枪员射击防弹头盔, 弹头有可能出现跳弹、反弹等现象伤及试枪员。二是工作环境恶劣。靶场需在密闭条件下模拟风沙、雨雪等恶劣条件用于新研发武器的测试, 长时间工作在恶劣的条件下, 不仅会影响射击水准, 还会影响试枪员的身体健康。三是同步性较差。从靶场测试的发展趋势上来看, 随着监测设备的增多, 靶场测试数据的实时性、精确性、同步性越来越重要^[1]。

基于以上这些原因, 笔者研制一种能够用无线方式控制枪械的击发装置, 代替人手扣动扳机的动作, 使人和枪械的实验环境实现隔离, 从而保障试枪员安全并提高测试性能^[2-3]。

1 系统方案设计

本电击发装置利用无线的方式控制枪械的击发, 代替人手扣动扳机的动作。能够通过键盘输入指令, 通过单片机编码控制发送模块传递指令, 接收模块接收指令后, 由计算机解码, 控制继电器的吸合和断开, 控制电磁铁的运动, 通过连接机构带动击发机构运动, 从而扣动扳机完成击发动作。如图 1 所示。

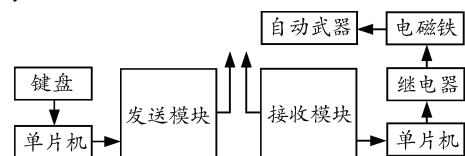


图 1 总体方案设计

本系统设有 3 种工作模式: 手动工作模式、定时工作模式和安全急停模式。为方便计算射击弹药发数, 系统级显示器计时程序精确到 1/100 s。

2 系统硬件设计

本设计由发送部分和接收部分 2 大部分组成:

收稿日期: 2015-07-07; 修回日期: 2015-08-29

作者简介: 刘 镇(1985—), 男, 山东人, 在读硕士, 从事自动武器设计研究。

发送部分由键盘、单片机和发送模块构成；接收部分由接收模块、单片机、驱动模块构成。其中 2 个单片机是 2 块相同的 AT89C52，它们是单片机的最小系统，具有单片机最基本的启动和复位功能。按键部分完成输入功能，通过按键转化成数字信号送给单片机进行处理，无线发送模块把单片机编制好的程序通过无线方式发送出去，接收模块接收无线信号。接受模块的单片机模块解码接受程序，根据程序完成对驱动模块的控制。

2.1 控制模块方案

考虑开发成本以及后期拓展研究，笔者采用 Atmel 公司的 AT89C52 单片机作为本设计的控装模块，该芯片采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术生产，与 MCS-51 产品指令完全兼用，性价比较高。

2.2 驱动模块方案

驱动模块的单片机控制继电器吸合，使电磁铁通电，铁芯产生位移，连接机构带动扳机运动，完成击发动作。单片机控制继电器断开电路，电磁铁断电，电磁力消失，铁芯在复位弹簧的作用下回复原位，扳机同时复位，枪械完成击发动作。

2.3 无线模块设计

本设计的无线收发模块采用单片射频收发芯片 nRF905，通过 33 V 电源模块供电，工作于 433 MHz 的 ISM 频道，最大数据传输速率为 100 kb/s，电流消耗很低，在发射功率为 -10 dBm 时，发射电流为 11 mA，接收电流只有 12.5 mA。芯片由 1 个完全集成的频率调制器、1 个带解调器的接收器、1 个功率放大器、1 个晶体振荡器和 1 个调制器组成，通过 SPI 按 1:1 进行编程配置，利用 ShockBurst 技术实现数据的发送和接收。单片机由 I/O 端口控制 nRF905 模块的状态接口、模式接口和 SPI 接口^[4-5]，如图 2 所示。

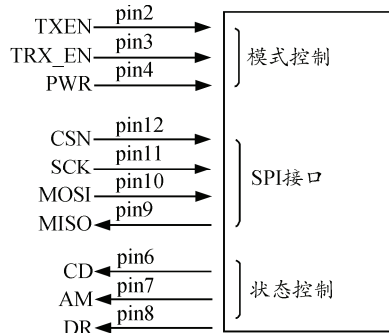


图 2 发射模块组成

3 软件设计

3.1 nRF905 发射模式设计方案

1) 控制模块发送数据时，将接收模块的地址和数据通过 SPI 口传送给发送模块。

2) 将 TRX_CE，TX_EN 置为高电平，nRF905 以 Shock Burst 方式进入发送工作模式。

3) 发送模式下，系统自动上电、打包数据、并在数据包前面加 CRC 校验码和前导码，开始传送数据包。

4) 将 AUTO_RETRA 置为高电平，nRF905 循环发送数据包。

5) 将 TRX_CE 置为低电平，数据传输停止，nRF905 进入待机模式。如果 TRX_CE 维持在高电平时，TX_EN 若变为低电平，表明 nRF905 已经完成数据传送。

通过 RF_CONFIG 寄存器可以设置 nRF905 的发送频率。Shock Burst 模式可以保证在传输数据完成之前，无论 TRX_CE 以及 TRX_EN 怎么变化，都不会停止传输数据。在发送结束以后，根据 TRX_CE 以及 TRX_EN 的电位置改变模式，发送模式流程如图 3 所示。

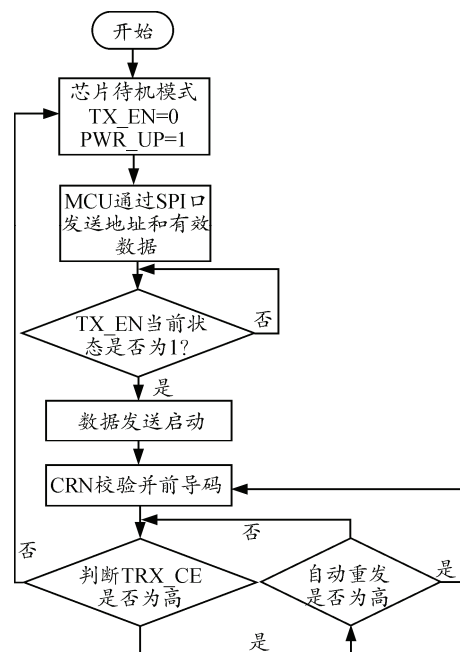


图 3 发送模式流程

3.2 接收模式软件设计方案

nRF905 接收模式设计方案为：

1) 将 TRX_CE 置为高电平，TRX_EN 置为低电平，以 Shock Burst 方式进入接收工作模式。

2) 接收模块检测数据传输信号。

- 3) 检测到相同的载波频率时，拉高 CD 引脚。
- 4) 接收到有效地址时，拉高 AM 引脚。
- 5) 经过 CRC 检测，确认收到有效数据后，去除数据前面的 CRC 校验码和前导码，拉高 DR。
- 6) 置 TRX_CE 为低电平，nRF905 进入待机模式。
- 7) 读取接收到的数据。
- 8) 全部的数据被读取完毕后，拉低 AM 和 DR 的电平。

此时如果将 TRX_CE 和 TX_EN 置为高电平，nRF905 将进入 Shock Burst 发送模式，发送当前寄存器里面的数据。接收模式的流程图如图 4 所示。

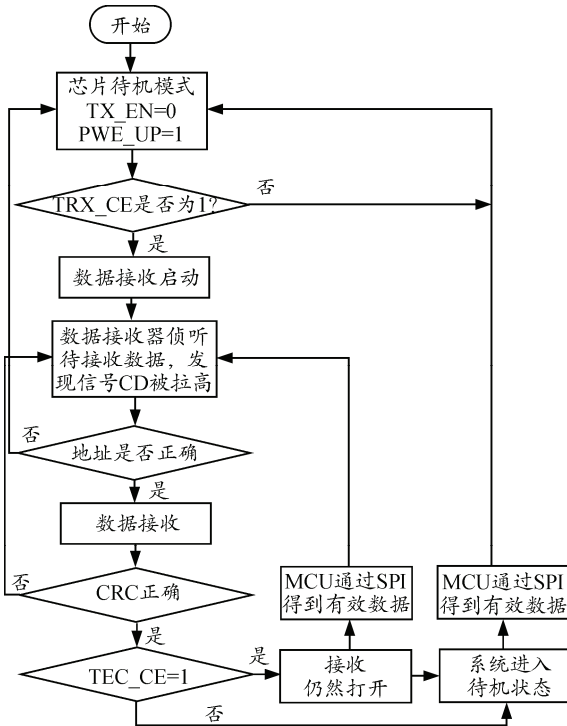


图 4 接收模式流程

4 系统试验

图 5 是为本装置制作的样机照片，(a)为发送装置，(b)为接收装置利用此样机进行了以下试验。

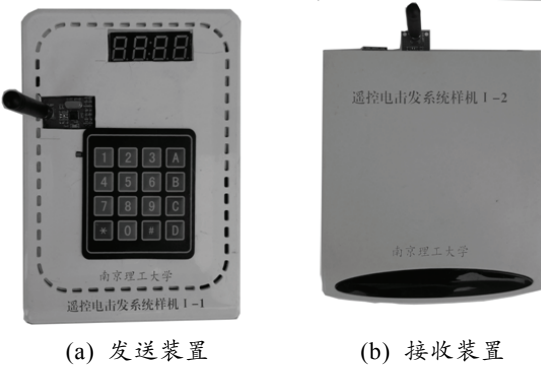


图 5 系统样机

4.1 室内穿墙试验

室内穿墙试验的试验场所选择在某校主楼实验室，其 3 个房间总长度为 20 m，以 25 cm 厚的砖墙相隔，在封闭门窗时进行测试。试验场地如图 6。

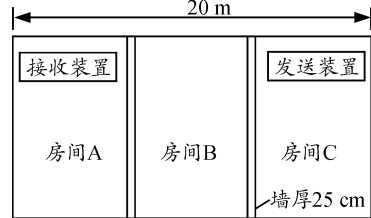


图 6 室内穿墙试验场地图

测试试验：接收装置置于房间 A，发送装置置于房间 C，接收装置能够正确接收指令，系统正确完成任务^[6]。

试验结果表明，本系统能穿透两堵墙后正常运行，满足靶场测试需要。

4.2 空旷环境距离试验

空旷环境距离试验的试验场所选择在某校体育场。测验目的是，测试本系统在穿越一堵墙后能够正常工作的有效距离。试验场地如图 7 所示。

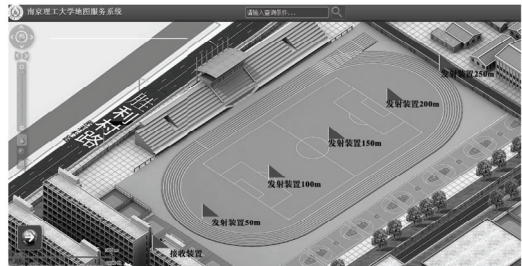


图 7 空旷环境距离试验场地

测试 1，接收装置置于体育场南部宿舍，封闭门窗，发送装置置于该宿舍北部 50 m 位置处，接收装置能够正确接收指令，完成任务。

测试 2，接收装置置于体育场南部宿舍，封闭门窗，发送装置置于该宿舍北部 100 m 位置处，接收装置能够正确接收指令，完成任务。

测试 3，接收装置置于体育场南部宿舍，封闭门窗，发送装置置于该宿舍北部 150 m 位置处，接收装置能够正确接收指令，完成任务。

测试 4，接收装置置于体育场南部宿舍，封闭门窗，发送装置置于该宿舍北部 200 m 位置处，接收装置能够正确接收指令，完成任务。

测试 5，接收装置置于体育场南部宿舍，封闭门窗，发送装置置于该宿舍北部 250 m 位置处，接收装置能够正确接收指令，完成任务。