本发明公开了一种激光反无人机武器模拟终端，包括发射端和接收端；发射端包括激光发射器、激光驱动电路、第一通信组件、第一控制单元、LED指示灯和电源系统；电源系统用于供电；激光发射器与实装激光武器固定；LED指示灯指示激光发射；第一通信组件将发射数据发送到后台系统；第一控制单元与实装武器主控相连，通过第一通信组件将发射数据发送到后台系统；接收端包括激光接收探头、第二通信组件、第二控制单元和供电电源；供电电源用于供电；激光接收探头接收激光发射器发射的激光；第二控制单元对激光接收探头接收的激光信号，通过第二通信组件将数据包发送至后台系统。可模拟激光反无人机武器对无人机的攻击效果。



1、一种激光反无人机武器模拟终端，其特征在于，包括设置在实装激光武器上的发射端和设置在无人机上的接收端；

所述发射端包括激光发射器、激光驱动电路、第一通信组件、第一控制单元、LED指示灯和电源系统；

所述电源系统用于为第一控制单元、激光驱动电路、第一通信组件供电；

所述激光发射器与实装激光武器同轴固定，适配实装光电瞄准系统；

所述LED指示灯用于指示完成一次激光发射；

所述第一通信组件用于将发射数据发送到后台系统；

所述第一控制单元与实装武器主控相连，向实装武器主控发送和读取控制信号，通过发送激光器关闭报文和激光器开启报文，控制实装武器激光器的开关，根据实装主控的数据协议解析本次实装发射的射向、射角、激光功率，编码为待发出的激光数据流；通过解析本次发射的激光功率数值，改变激光发射器驱动功率的大小，调节激光发射器的射程；通过解析本次击发的激光数据流，来打开或者关闭激光发射器，通过第一通信组件用于将发射数据发送到后台系统；

所述接收端包括激光接收探头、第二通信组件、第二控制单元和供电电源；

所述供电电源用于为激光接收探头、第二通信组件、第二控制单元供电；

所述激光接收探头设置在无人机体四周，用于接收激光发射器发射的激光；

所述第二控制单元用于对激光接收探头接收的激光信号进行解码，区分杀伤模式，并通过第二通信组件将包含GPS信息在内的毁伤信息的数据包发送至后台系统。

2、根据权利要求1所述的激光反无人机武器模拟终端，其特征在于，所述第一控制单元采用嵌入式主控制板，该主控制板的SPI管脚与激光驱动电路中数字电位器相连，通过解析本次发射的激光功率数值，调节数字电位器的阻值，从而实现改变激光发射器驱动功率的大小；该主控制板的GPIO引脚与激光发射器的电源驱动管脚相连，主控制板解析本次击发的激光数据流，通过控制该GPIO引脚的输出高低电平，来打开或者关闭激光发射器；该主控制板的GPIO引脚与LED指示灯驱动脚相连，当激光编码数据发送完成后，该管脚输出一个宽度为1s左右的脉冲信号，点亮一次LED指示灯。

3、根据权利要求1所述的激光反无人机武器模拟终端，其特征在于，所述第一通信组件采用4G LTE通信模块，用于连接到专用或公用4G网络。

4、根据权利要求1所述的激光反无人机武器模拟终端，其特征在于，所述激光接收探头的壳体外接一个绕线器，激光接收探头的连接线可通过拉动转动绕线器轴实现线路延长，通过连接线的回弹力将第二控制单元壳体兜在无人机体底部。

5、根据权利要求1所述的激光反无人机武器模拟终端，其特征在于，所述激光接收探头与第二控制单元通过CAN总线进行数据线交互。

6、根据权利要求1所述的激光反无人机武器模拟终端，其特征在于，所述供电电源选用电压4.2V、容量3000mAh的18650电池。

7、根据权利要求1所述的激光反无人机武器模拟终端，其特征在于，所述激光接收探头的光电二极管接收到激光后，将光信号转换为模拟信号，经放大电路放大后，输出至激光接收探头内置的解码芯片管脚，进行解码计算。

一种激光反无人机武器模拟终端

技术领域

本发明属于军事模拟训练技术领域，具体涉及一种激光反无人机武器模拟终端。

背景技术

随着无人机技术的飞速发展，无人机在军事、民用、科研等领域的应用逐渐增多。然而，世界各国除了加紧投入无人机的研发采购，同时也积极寻求反制敌方无人机的方法。激光攻击作为定向能武器的一种，与传统用导弹、机炮这类昂贵的攻击手段相比，具有速度快、精度高、火力转移迅速、成本低等优点。随着相关研究的日趋成熟，激光武器必然将在反无人机领域发挥越来越重要的作用。

为了保障己方空域安全，反无人机系统的研发变得尤为重要。然而，对于反无系统的测试、评估和操作员培训，缺乏真实的环境模拟手段，限制了反无系统的性能提升。传统的激光反无人机设备往往昂贵且操作复杂，其发射的高能激光需要大量的电力消耗，难以实现高度可控且安全便捷的反无人机训练效果。

发明内容

本发明的目的是为解决上述问题，本发明提供激光反无人机武器模拟终端，能够通过发射安全低能耗激光束，模拟激光反无人机武器对无人机的攻击效果，为反无人机系统的仿真测试和培训提供了高度可控的模拟手段。

实现本发明目的的技术解决方案为：

一种激光反无人机武器模拟终端，其特征在于，包括设置在实装激光武器上的发射端和设置在无人机上的接收端；

所述发射端包括激光发射器、激光驱动电路、第一通信组件、第一控制单元、LED指示灯和电源系统；

所述电源系统用于为第一控制单元、激光驱动电路、第一通信组件供电；

所述激光发射器与实装激光武器同轴固定，适配实装光电瞄准系统；

所述LED指示灯用于指示完成一次激光发射；

所述第一通信组件用于将发射数据发送到后台系统；

所述第一控制单元与实装武器主控相连，向实装武器主控发送和读取控制信号，通过发送激光器关闭报文和激光器开启报文，控制实装武器激光器的开关，根据实装主控的数据协议解析本次实装发射的射向、射角、激光功率，编码为待发出的激光数据流；通过解析本次发射的激光功率数值，改变激光发射器驱动功率的大小，调节激光发射器的射程；通过解析本次击发的激光数据流，来打开或者关闭激光发射器，通过第一通信组件用于将发射数据发送到后台系统；

所述接收端包括激光接收探头、第二通信组件、第二控制单元和供电电源；

所述供电电源用于为激光接收探头、第二通信组件、第二控制单元供电；

所述激光接收探头设置在无人机体四周，用于接收激光发射器发射的激光；

所述第二控制单元用于对激光接收探头接收的激光信号进行解码，区分杀伤模式，并通过第二通信组件将包含GPS信息在内的毁伤信息的数据包发送至后台系统。

本发明与现有技术相比，其显著优点是：

（1）传统的激光反无人机设备往往昂贵且复杂，该终端结构设计相对简单，可维护性强，发射的常规激光对测试人员无伤害，能耗低，激光发射器功率小于5W；且该终端对无人机实施的是模拟打击，并不对无人机产生实际毁伤，无人机可以反复使用。因此，该终端可以大大降低训练成本，为反无人机系统的研发和验证提供了更经济的选择。

（2）该终端加装挂载于实装武器上，除不发射高能激光外，其他操作均采用实装设备进行支撑，给参训人员模拟完全真实的作战环境，为反无人机系统的测试、性能评估和操作培训创造条件。

（3）通过通信模块与基站的连接可实现作战装备主控数据流、终端事件、毁伤数据等信息到后台的传输，作战数据可直接用于导调控制、裁决评估，形成了训练数据的全闭环。

附图说明

图1为本发明整体应用框图；

图2为本发明模拟终端的发射端原理框图；

图3为本发明模拟终端接收端原理框图。

图4为光学器件损伤概率和能量密度的关系。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

以下结合具体实施例对本发明的实现进行详细的描述。

本实施例的一种激光反无人机武器模拟终端，包括设置在实装激光武器上的发射端和设置在无人机上的接收端；发射端包括激光发射器、激光驱动电路、第一通信组件、第一控制单元、LED指示灯和电源系统；接收端包括激光接收探头、第二通信组件、第二控制单元和电池；

结合图1-图3，发射端选择高性能的嵌入式主控制板NVIDIA Jetson Xavier，该主控制板将作为发射端的核心控制单元（第一控制单元）。车载电源或电池接入电源系统，通过系统内的电源模块，将输入的4.2V-36V电压转换为3.3V和5V电压，为主控制板、通讯模块与激光驱动电路供电。主控制板通过预留CAN总线接口与实装武器主控相连，通过该接口发送或读取控制信号。主控板通过发送激光器关闭报文和激光器开启报文，控制实装武器激光器的开关，报文结构如下表1。通过读取总线上的数据，根据实装主控的数据协议解析本次实装发射的射向、射角、激光功率等参数。通过编码，将有效参数根据激光通讯接口协议，编码为待发出的激光数据流，采用调制频率为48KHz的6-11MPPM编码调制方式对8位二进制数进行调制，数据帧格式见表2，激光编码数据内容见表3。

表1 报文结构

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1字节 | 2字节 | ...... | n-1字节 | n字节 |
| 命令字  0x01~0xFF | 数据1 |  | 数据n-1 | 校验和 |

表2 数据帧格式表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段 | 定义 | 长度（字节） | 重复次数 | 备注 |
| H | 帧头 | - | 3 |  |
| D1\_H | 第1个数据高四位 | 1/2 | 3 | 数据内容见表3 |
| D1\_L | 第1个数据低四位 | 1/2 | 3 |
| ... |  |  |  |
| Dn\_H | 第n个数据高四位 | 1/2 | 3 |
| Dn\_L | 第n个数据高四位 | 1/2 | 3 |
| C\_H | 校验码高四位 | 1/2 | 3 |  |
| C\_L | 校验码低四位 | 1/2 | 3 |  |
| T | 帧尾 | - | 3 |  |

表3 激光编码数据内容

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 字段 | 说明 |
| 1-2 | Angle1 | 射向 |
| 3 | Angle2 | 射角 |
| 4-5 | Power | 激光功率 |
| 6 | type | 打击类型 |
| 7-18 | Position | 经纬度坐标 |
|  | ... |  |

该主控制板的SPI管脚与激光驱动电路中数字电位器相连，通过解析本次发射的激光功率数值，调节数字电位器的阻值，从而实现改变激光发射器驱动功率的大小，调节激光发射器的射程。该主控制板的GPIO引脚与激光发射器的电源驱动管脚相连，主控制板解析本次击发的激光数据流，通过控制该GPIO引脚的输出高低电平，来打开或者关闭激光发射器，实现激光编码数据的发送，单次激光发射的功率不大于5W。终端激光发射器与实装大功率发射器通过磁吸/塑胶吸盘等方式进行同轴固定，确保适配实装光电瞄准系统，该主控制板的GPIO引脚与LED指示灯驱动脚相连，当激光编码数据发送完成后，该管脚输出一个宽度为1s左右的脉冲信号，点亮一次LED指示灯，指示本次激光数据发射完毕。使用移远BG96作为4G LTE通信模块（第一通信组件），与主控制板通过UART串口连接，用于连接到专用或公用4G网络。当实装武器发射时，主控制板可以通过GPIO控制激光发射器，同时通信模块会启动，并通过串口通讯将数据发送至4G通讯模块，4G模块再将发射数据发送到后台系统。

接收端使用Cortex-M3架构的gd32f103c8t6芯片作为控制单元主控芯片（第二控制单元）。选择轻量级激光接收探头，激光接收探头通过磁吸/挂载等方式固定在无人机机体四周，探头壳体外接一个小型弹性绕线器（类似卷尺构造），激光接收探头的连接线可通过拉动转动绕线器轴，实现线路延长，进而增加探头和主控板壳体的距离，与主控板形成“网兜”型连接，待探头固定在无人机体四周后，通过连接线的回弹力将主控板轻质壳体兜在无人机体底部，探头与接收端主控通过CAN总线进行数据线交互。选用电压4.2V、容量3000mAh的18650电池作为供电电源，经过电源系统降压后提供3.3V电压为主控与激光接收探头供电，升压后提供5V电压为移远BG96通讯模块(第二通信组件)供电。激光接收探头的光电二极管接收到激光后，将光信号转换为模拟信号，经放大电路放大后，输出至激光接收探头内置的解码芯片管脚，进行解码计算。由探头类型区分软/硬杀伤结果。

激光武器对于无人机的伤害分为硬杀伤和软杀伤两种，硬杀伤是指通过高能激光对目标造成实质性的机体破坏。包括直接击毁无人机本身或者摧毁目标上的特定部分，软杀伤要求的激光功率更低，这个功率通常会在几瓦（W）到数十瓦（W）之间，更侧重于损坏目标的光电设备，激光束照射会导致传感器中的光电二极管或像素受损，从而影响传感器的正常工作，而不直接破坏机体的物理结构。

通过对KYLE R. P. KAFKA等人关于周期量级激光脉冲冲击下光学元件的损伤阈值研究的实验过程和数值结果发现，光学器件的损伤性随能量密度的增加是一个渐变的曲线，如图 4所示。

通过上述实验结论可知，无人机上光电设备软杀伤的极限能量密度远远小于烧毁机体所需的数十千瓦（kW）量级，故通过发射激光编码的不同，即可实现软/硬杀伤结果，体现多种杀伤模式。

在激光信号接收并解码成功后，解码芯片将解码结果通过CAN总线传输至接收端主控（第二控制单元）。接收端主控接收到CAN总线的数据后，解析数据并根据通讯数据协议重新组包，由UART串口转发至移远BG96通讯模块，通讯模块将包含GPS信息在内的毁伤信息的数据包向后台发送，参与后台计算。

本发明中未做详细描述的内容均为现有技术。以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

图1

图2

图3

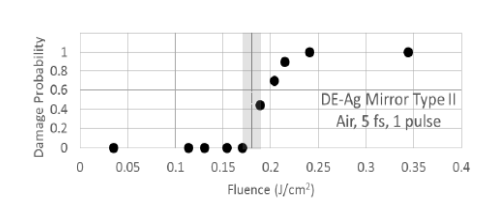


图4