

一种固定翼无人机起降系统及其起降方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的是无人机起降装置技术领域，具体说是一种固定翼无人机起降系统及其起降方法。

背景技术

[0002] 目前，固定翼无人机常见的起飞方式有滑行起飞，垂直起飞，空中抛投，弹道弹射起飞和手抛等方式；而相比于起飞，无人机的回收是一个更为复杂，也是更容易出现故障的阶段，能否安全着陆已经成为评价无人机性能的一项重要指标，目前无人机的回收方式主要有伞降回收、撞网回收、起落架滑轮着陆、空中勾取回收等。

发明概述

技术问题

[0003] 在现有技术中，固定翼无人机的起飞和回收通常为相互独立的系统，且一种起飞装置或回收系统只能满足单一型号的固定翼无人机使用，使用成本较高，适配性较低，难以满足当前固定翼无人机起降的辅助需求。

问题的解决方案

技术解决方案

[0004] 本申请人针对上述现有生产技术中的缺点，提供一种结构合理的固定翼无人机起降系统及其起降方法，从而满足不同尺寸型号的固定翼无人机的起飞和降落要求，以便于提高无人机的出勤效率，降低无人机起降装置的占用空间。

[0005] 本发明所采用的技术方案如下：

[0006] 一种固定翼无人机起降系统，包括基座，基座前端通过凸台安装有能量储存装置，能量储存装置包括外套筒，其固定安装在凸台上表面，外套筒内部嵌套有沿其滑动的弹射件，弹射件前端安装有可调式发射架，可调式发射架包括发射台架，其两侧分别转动连接有调节架，每个调节架的内侧分别固定连接有无人机托架，每个调节架后侧顶部安装有限位架；外套筒后端面处设有一块中部开

有圆孔的挡板，挡板下方对接有沿凸台后端面安装的槽架，槽架上安装有锁止机构，弹射件通过弹簧与挡板连接，弹射件的末端穿过挡板的圆孔并卡入所述锁止机构；

[0007] 弹射件末端端面上通过绳索一与驱动控制机构连接，所述驱动控制机构包括收线盘，其通过安装在基座上表面中部的伺服电机驱动，沿收线圆盘圆周一圈开有卷绕所述绳索一的主线槽，收线圆盘外端面上沿轴向延伸有与主线槽同心的副线槽，其上绕卷有绳索二，绳索二的另一端连接至所述锁止机构；

[0008] 弹射件的末端端面通过绳索三与阻拦回收机构连接，阻拦回收机构包括连接在基座尾部两侧的倾斜支架，倾斜支架上端通过转轴安装有轻质滑轮，两根倾斜支架下方各安装有一根支脚，两个支脚及轻质滑轮上缠绕阻拦绳索，并将其布成三角形，阻拦绳索的末端连接有拉力传感器，拉力传感器的另一端连接所述绳索三；

[0009] 凸台底面上吊装有阻拦网，基座中部上表面安装有信号传输及控制装置，所述信号传输及控制装置包括安装在基座中部上表面控制伺服电机转动的伺服驱动器、计算并传输动力参数的上位机、以及接收上位机运动控制程序并向伺服驱动器传输信号的运动控制卡。

[0010] 所述锁止机构的结构为：包括两个相对安装的锁止块，两个锁止块的下端分别通过转动副固定在槽架上，两个锁止块的中部通过拉簧连接，两个锁止块的上端构成与所述挡板上的圆孔相连通的圆环，弹射件的末端穿过挡板的圆孔并卡入圆环内。

[0011] 槽架成L型，包括竖直面，其底部延伸有水平面，两个锁止块安装在竖直面中部，竖直面四角处分别安装有一个过线轮，水平面上间隔安装有两个所述过线轮，两个锁止块的顶端分别通过带孔螺栓固定有绳索二的两个接头，两个接头从两侧分别绕经竖直面上的过线轮，再分别绕过水平面上的两个过线轮后，经过锁扣汇合成单条绳索后卷绕至所述副线槽内。

[0012] 一种固定翼无人机起降系统的起降方法，其弹射无人机的过程包括如下步骤：

[0013] 第一步：调整两个调节架相对于发射台架的角度，调整调节架上安装的两个限位架之间的水平距离，将待起飞的无人机放置在发射台架上；

- [0014] 第二步：伺服电机驱动收线盘旋转，使收线盘的主线槽释放绳索一，释放完毕后，副线槽对绳索二继续进行牵引，绳索二分成两支分别绕过槽架上的过线轮后，向两侧拉动两个锁止块，进而释放弹射件；
- [0015] 第三步：弹射件外壁上的压缩弹簧推动弹射件沿外套筒内壁向前运动，同时带动可调式发射架及无人机一起向前弹射；
- [0016] 其收回无人机的过程包括如下步骤：
- [0017] 第一步：无人机背部的尾钩勾住绕在支脚线槽内的阻拦绳索，使阻拦绳索拉动拉力传感器和绳索三；
- [0018] 第二步：绳索三拉动弹射件并压缩弹簧以吸收无人机的动能，无人机拉动阻拦绳索的同时产生环绕着轻质滑轮向上运动的惯性，进而撞向阻拦网，即完成回收过程。

发明的有益效果

有益效果

- [0019] 本发明可以实现多种尺寸的固定翼无人机弹射起飞和平稳阻拦降落,具备弹良好的隐蔽性、经济性和适应性等优点。
- [0020] 本发明通过改变调节架相对发射台架的倾角，来改变无人机的两个限位件之间的水平距离，进而实现弹射不同尺寸的固定翼无人机。
- [0021] 本发明能量储存装置既能为固定翼无人机的弹射起飞时提供动力来源，又能为固定翼无人机阻拦回收时吸收能量，将起飞和回收系统统一于同一系统中，无需独立设置两套独立的设备，实现固定翼无人机的快速弹射起飞和平稳阻拦撞网回收，降低了成本，提高了系统的使用率。
- [0022] 本发明节约了无人机起降的空间，更能适应在舰船、山区和沙漠环境中的固定翼无人机起降辅助需求。

对附图的简要说明

附图说明

- [0023] 图1为本发明的立体结构示意图。
- [0024] 图2为本发明立体结构示意图（另一视角）。
- [0025] 图3为图1中A部的放大图。

[0026] 图4为本发明拆去外套筒后的结构示意图。

[0027] 图5的本发明在弹射起飞状态时的示意图。

[0028] 图6为本发明在收回状态的示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0029] 如图1和图2所示，本实施例的固定翼无人机起降系统，包括基座1，基座1前端通过凸台2安装有能量储存装置，能量储存装置包括外套筒3，其固定安装在凸台2上表面，外套筒3内部嵌套有沿其滑动的弹射件4，弹射件4前端安装有可调式发射架，可调式发射架包括固定安装在弹射件4上表面与其平行的发射台架5，其两侧分别转动连接有调节架6，每个调节架6的内侧分别固定连接有无人机托架7，每个调节架6的后侧顶部安装有限位架8；外套筒3后端面处设有一块中部开有圆孔的挡板9，挡板9下方连接有沿凸台2后端面安装的槽架10，槽架10上设有锁止机构，弹射件4的末端穿过挡板9的圆孔并卡入锁止机构；

[0030] 弹射件4末端端面上通过绳索一11与驱动控制机构连接，驱动控制机构包括收线盘，其通过安装在基座1上表面中部的伺服电机13驱动，沿收线圆盘圆周一圈开有卷绕绳索一11的主线槽12，收线圆盘外端面上沿轴向延伸有与主线槽12同心的副线槽14，其上绕卷有绳索二15，绳索二15的另一端连接至锁止机构；弹射件4的末端端面通过绳索三16与阻拦回收机构连接，阻拦回收机构包括与基座1尾部连接的倾斜支架17，倾斜支架17上端安装有轻质滑轮33，倾斜支架17下方安装两侧安装有支脚18，支脚18上及轻质滑轮33上缠绕有阻拦绳索19，阻拦绳索19的末端连接有拉力传感器20，拉力传感器20的另一端连接绳索三16；还包括阻拦网21，其吊装在凸台2底面上；基座1上表面中部还安装有信号传输及控制装置。

[0031] 每个调节架6均成梯形结构，其顶部设有一圆杆，圆杆下侧两端分别通过两根斜杆与发射台架5铰链连接，圆杆前端面固定连接无人机托架7，无人机托架7成L形结构，并与圆杆位于同一水平面，圆杆后端通过转动副连接限位架8，限位架8成L形，并与圆杆位于同一竖直面；两个调节架6的限位架8后端面上共同连接有一根带滑槽的固定杆23。

- [0032] 如图3所示，锁止机构的结构为：包括两个相对安装的锁止块27，两个锁止块27的下端分别通过转动副固定在槽架10上，两个锁止块27的中部通过拉簧28连接，两个锁止块27的上端构成与挡板9上的圆孔相连通的圆环，弹射件4的末端穿过挡板9的圆孔并卡入圆环内。
- [0033] 槽架10成L型，包括竖直面，其底部延伸有水平面，两个锁止块27安装在竖直面中部，竖直面四角处分别安装有一个过线轮29，水平面上间隔安装有两个过线轮29，两个锁止块27的顶端分别通过带孔螺栓固定有绳索二15的两个接头，两个接头从两侧分别绕经竖直面上的过线轮29，再分别绕过水平面上的两个过线轮29后，经过锁扣汇合成单条绳索后卷绕至副线槽14内。
- [0034] 倾斜支架17有两根，通过螺栓连接固定在基座1的尾端，两根倾斜支架17上端通过转轴及止推轴承套座安装轻质滑轮33，支脚18有两根，且成倒V形对称安装在两根倾斜支架17下方，两根支脚18的上端分别通过铰链结构与两根倾斜支架17连接，两根支脚18底端支撑在地面上，且开有线槽，阻拦绳索19从拉力传感器20的一端伸出绕经轻质滑轮33后，分成两股绕经两个支脚18的线槽后汇合，将阻拦绳索19布成等腰三角形形状的线网。
- [0035] 阻拦网21采用弹性网面材质，通过连接件22吊装在凸台2底面上。
- [0036] 主线槽12的半径大于副线槽14的半径。
- [0037] 信号传输及控制装置包括安装在基座1中部上表面控制伺服电机13转动的伺服驱动器26、计算并传输动力参数的上位机24、以及接收上位机24运动控制程序并向伺服驱动器26传输信号的运动控制卡25。
- [0038] 如图4所示，弹射件4整体成圆柱状，沿其外壁轴向安装有多个压缩弹簧30，压缩弹簧30的一端固定在弹射件4外壁上，另一端固定在挡板9内壁上，外套筒3内壁面上沿轴向开有多个容纳压缩弹簧30的槽孔；弹射件4末端延伸有圆锥状结构，并与挡板9的圆孔相配合。
- [0039] 如图5和图6所示，本实施例的固定翼无人机起降系统的起降方法，其弹射无人机31的过程包括如下步骤：
- [0040] 第一步：调整两各调节架6相对于发射台架5的角度，调整调节架6上两个限位架8之间的水平距离，将待起飞的无人机31放置在发射台架5上；

[0041] 第二步：伺服电机13驱动收线盘旋转，使收线盘的主线槽12释放绳索一11，释放完毕后，副线槽14对绳索二15继续进行牵引，绳索二15分成两支分别绕过槽架10上的过线轮29后，向两侧拉动两个锁止块27，进而释放弹射件4；

[0042] 第三步：弹射件4外壁上的压缩弹簧30推动弹射件4沿外套筒3内壁向前运动，同时带动可调式发射架及无人机31一起向前弹射；

[0043] 其收回无人机31的过程包括如下步骤：

[0044] 第一步：无人机31背部的尾钩32勾住绕在支脚18线槽内的阻拦绳索19，使阻拦绳索19拉动拉力传感器20和绳索三16；

[0045] 第二步：绳索三16拉动弹射件4并压缩弹簧30以吸收无人机31的动能，无人机31拉动阻拦绳索19的同时产生环绕着轻质滑轮33向上运动的惯性，进而撞向阻拦网21，即完成回收过程。

[0046] 本实施例的固定翼无人机起降系统的驱动控制方式：

[0047] 阻拦绳索19在勾住无人机尾钩32之前，无人机31通过自身内置的无线传输模块将自身的速度 v ，高度 h 和等效质量 M 等参数传递给上位机24，上位机24根据无人机31的动力参数，计算出降落时动能差 ΔE 和势能差 ΔP ，进而建立固定翼无人机阻拦系统的动力学模型：

$$[0048] \begin{cases} (\ddot{l} + \dot{\theta}^2 l) \cos \theta + (2\dot{l}\dot{\theta} + \ddot{\theta} l) \sin \theta = \frac{3(A_1^2 + A_2^2)}{Ml^3} l^2 \cos \theta \\ (\ddot{l} + \dot{\theta}^2 l) \sin \theta + (2\dot{l}\dot{\theta} + \ddot{\theta} l) \cos \theta = \frac{3(A_1^2 + A_2^2)}{Ml^3} l^2 \sin \theta + g \end{cases}$$

[0049] 其中 l 为无人机勾住阻拦绳索19后拉力传感器的位移变化， θ 为阻拦绳索19的在轻质滑轮33及两个支脚18之间布成的等腰三形状线网的底角， L 为拉力传感器20的最大水平位移；求解出无人机阻拦降落的运动学方程：

$$[0050] \begin{cases} l = l(t) \\ \theta = \theta(t) \end{cases}$$

[0051] 进而根据该运动学方程求解所需阻拦绳索的张力 $T(t)$ 和伺服电机转速 $\omega(t)$ ：

$$[0052] \quad \begin{cases} T(t) = \frac{3(A_1 t^2 + A_2 t^3)}{L^3} [I(t)]^2 \\ \varphi(t) = R^{-1} \frac{dT}{dt} = \varphi(t) \end{cases}$$

[0053] 其中R为收线盘主线槽12的半径， $\varphi(t)$ 为伺服电机13的角位移补偿函数。进而根据伺服电机13转速变化函数自动生成运动控制程序,并下载到运动控制卡25，当阻拦绳索19勾住无人机尾钩32时，拉力传感器20测得阻拦绳索19中的张力，并反馈到运动控制卡25，若该张力的值超出预定范围后，运动控制卡25开始执行运动控制程序，并向伺服驱动器26发送脉冲以驱动伺服电机13，使伺服电机13带动收线盘转动，并通过缠绕在主线槽12中的绳索一11拉动弹射件4，进而将阻拦绳索19的张力值降低到预定范围内，以实现固定翼无人机31的平稳阻拦降落。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种固定翼无人机起降系统，其特征在于：包括基座（1），基座（1）前端通过凸台（2）安装有能量储存装置，能量储存装置包括外套筒（3），其固定安装在凸台（2）上表面，外套筒（3）内部嵌套有沿其滑动的弹射件（4），弹射件（4）前端安装有可调式发射架，可调式发射架包括发射台架（5），其两侧分别转动连接有调节架（6），每个调节架（6）的内侧分别固定连接有无人机托架（7），每个调节架（6）后侧顶部安装有限位架（8）；外套筒（3）后端面处设有一块中部开有圆孔的挡板（9），挡板（9）下方对接有沿凸台（2）后端面安装的槽架（10），槽架（10）上安装有锁止机构，弹射件（4）通过弹簧与挡板（9）连接，弹射件（4）的末端穿过挡板（9）的圆孔并卡入所述锁止机构；
- 弹射件（4）末端端面上通过绳索一（11）与驱动控制机构连接，所述驱动控制机构包括收线盘，其通过安装在基座（1）上表面中部的伺服电机（13）驱动，沿收线圆盘圆周一圈开有卷绕所述绳索一（11）的主线槽（12），收线圆盘外端面上沿轴向延伸有与主线槽（12）同心的副线槽（14），其上绕卷有绳索二（15），绳索二（15）的另一端连接至所述锁止机构；
- 弹射件（4）的末端端面通过绳索三（16）与阻拦回收机构连接，阻拦回收机构包括连接在基座（1）尾部两侧的倾斜支架（17），倾斜支架（17）上端通过转轴安装有轻质滑轮（33），两根倾斜支架（17）下方各安装有一根支脚（18），两个支脚（18）及轻质滑轮（33）上缠绕阻拦绳索（19），并将其布成三角形状，阻拦绳索（19）的末端连接有拉力传感器（20），拉力传感器（20）的另一端连接所述绳索三（16）；
- 凸台（2）底面上吊装有阻拦网（21），基座（1）中部上表面安装有信号传输及控制装置，所述信号传输及控制装置包括安装在基座（1）中部上表面控制伺服电机（13）转动的伺服驱动器（26）、计算并

传输动力参数的上位机（24）、以及接收上位机（24）运动控制程序并向伺服驱动器（26）传输信号的运动控制卡（25）。

[权利要求 2] 如权利要求1所述的一种固定翼无人机起降系统，其特征在于：所述锁止机构的结构为：包括两个相对安装的锁止块（27），两个锁止块（27）的下端分别通过转动副固定在槽架（10）上，两个锁止块（27）的中部通过拉簧（28）连接，两个锁止块（27）的上端构成与所述挡板（9）上的圆孔相连通的圆环，弹射件（4）的末端穿过挡板（9）的圆孔并卡入圆环内。

[权利要求 3] 如权利要求2所述的一种固定翼无人机起降系统，其特征在于：槽架（10）成L型，包括竖直面，其底部延伸有水平面，两个锁止块（27）安装在竖直面中部，竖直面四角处分别安装有一个过线轮（29），水平面上间隔安装有两个所述过线轮（29），两个锁止块（27）的顶端分别通过带孔螺栓固定有绳索二（15）的两个接头，两个接头从两侧分别绕经竖直面上的过线轮（29），再分别绕过水平面上的两个过线轮（29）后，经过锁扣汇合成单条绳索后卷绕至所述副线槽（14）内。

[权利要求 4] 一种利用权利要求1所述的固定翼无人机起降系统的起降方法，其特征在于：其弹射无人机（31）的过程包括如下步骤：
第一步：调整两个调节架（6）相对于发射台架（5）的角度，调整调节架（6）上安装的两个限位架（8）之间的水平距离，将待起飞的无人机（31）放置在发射台架（5）上；
第二步：伺服电机（13）驱动收线盘旋转，使收线盘的主线槽（12）释放绳索一（11），释放完毕后，副线槽（14）对绳索二（15）继续进行牵引，绳索二（15）分成两支分别绕过槽架（10）上的过线轮（29）后，向两侧拉动两个锁止块（27），进而释放弹射件（4）；
第三步：弹射件（4）外壁上的压缩弹簧（30）推动弹射件（4）沿外套筒（3）内壁向前运动，同时带动可调式发射架及无人机（31）一起向前弹射；

其收回无人机（31）的过程包括如下步骤：

第一步：无人机（31）背部的尾钩（32）勾住绕在支脚（18）线槽内的阻拦绳索（19），使阻拦绳索（19）拉动拉力传感器（20）和绳索三（16）；

第二步：绳索三（16）拉动弹射件（4）并压缩弹簧（30）以吸收无人机（31）的动能，无人机（31）拉动阻拦绳索（19）的同时产生环绕着轻质滑轮（33）向上运动的惯性，进而撞向阻拦网（21），即完成回收过程。