



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108406954 A

(43)申请公布日 2018.08.17

(21)申请号 201810192089.4

A01G 3/08(2006.01)

(22)申请日 2018.03.08

(71)申请人 贵州电网有限责任公司

地址 550002 贵州省贵阳市南明区滨河路
17号

(72)发明人 张秋雁 曾华荣 杨忠 徐浩
王炜 陶坤 陈德权 张俊玮
丁超

(74)专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所
52100

代理人 商小川

(51)Int.Cl.

B27B 17/00(2006.01)

B27G 19/00(2006.01)

H02G 1/02(2006.01)

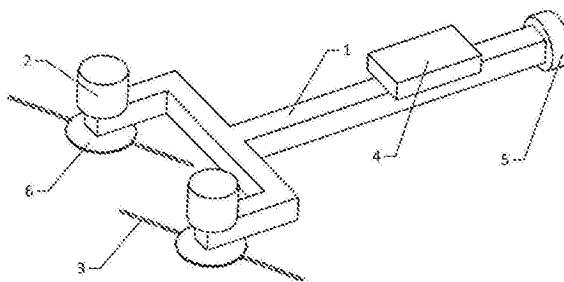
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构
和控制方法

(57)摘要

本发明公开了用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构和控制方法,包括Y型刀具架、安装于刀具架前部末端的两个刀具电机、由两个刀具电机分别驱动且位于刀具架下方的两片中心盘,中心盘的四周呈辐射状对称固定有多条绳锯,绳锯的另一端为自由端,该自由端运动形成的回转圆的直径小于两个刀具电机转轴的中心距。本发明双绳锯刀具结构,结构轻,占用空间小;作业时,双绳锯刀具结构使树枝自动进入双绳锯的共同切割区域,有效降低作用于空中机器人的水平不平衡力与力矩,避免刀具与树枝之间的打滑,提高树障清理的效率,相比圆盘锯或链锯切割,绳锯在切割过程中不容易出现过载与卡阻,使用更加安全,更便于空中机器人的姿态稳定与控制。



1. 用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,其特征在于:包括Y型刀具架(1)、左右对称安装于刀具架(1)前部末端的两个刀具电机(2)、由两个刀具电机(2)分别驱动且位于刀具架(1)下方的两片中心盘(6),中心盘(6)的四周呈辐射状对称固定有多条绳锯(3),绳锯(3)的另一端为自由端,该自由端运动形成的回转圆的直径小于两个刀具电机(2)转轴的中心距。

2. 根据权利要求1所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,其特征在于:还包括固定于或内置于刀具架(1)的刀具控制器(4)。

3. 根据权利要求1所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,其特征在于:还包括位于刀具架(1)后部并与空中机器人机械臂连接的接头(5)。

4. 根据权利要求1所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,其特征在于:双锯刀具结构的外侧设有防止枝叶飞溅或锯片碎裂后飞射的安全保护罩。

5. 根据权利要求1所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,其特征在于:刀具电机(2)内置感知绳锯(3)转速的转速传感器。

6. 根据权利要求5所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,其特征在于:转速传感器连接到刀具控制器(4),刀具控制器(4)内置有检测刀具电机(2)工作电流的电流传感器,刀具控制器(4)连接到空中机器人的飞行控制器。

7. 根据权利要求1-6任一所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构的控制方法,其特征在于:该方法为:刀具控制器(4)通过采集刀具电机(2)的转速和电流,①实时评估绳锯(3)的过载与卡阻状态,一旦评估值超过预定门限,即向刀具电机(2)输出刹车指令,然后驱动两条绳锯(3)同时反转,以使被清理树枝退出刀具,同时向空中机器人的飞行控制器发送回退指令,从而对空中机器人及刀具实施保护性退避;②对双刀具的平衡作业状态进行检测并实施补偿保护。

8. 根据权利要求7所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构的控制方法,其特征在于:评估绳锯运行状态的方法采用多传感器数据门限判定算法,算法如下:

1) 若当前绳锯(3)转速 $N \leq$ 其过载阈值 N_{overload} ,或电机电流 $I \geq$ 其过载阈值 I_{overload} ,判定绳锯(3)处于过载状态,刀具控制器(4)据此做出反旋回退控制;

2) 若当前绳锯(3)转速 $N \leq$ 其卡阻阈值 N_{blocking} ,且电机电流 $I \geq$ 其卡阻阈值 I_{blocking} ,判定绳锯(3)处于卡阻状态,其中, $N_{\text{blocking}} < N_{\text{overload}}$, $I_{\text{blocking}} \geq I_{\text{overload}}$,刀具控制器(4)据此做出反旋回退控制;

3) 若当前绳锯(3)转速 $N \geq$ 其空切阈值 N_{empty} ,判定绳锯(3)处于空切状态,其中, $N_{\text{empty}} \leq$ 绳锯(3)的给定转速,刀具控制器(4)据此做出绳锯(3)停转控制;

4) 不属于1)-3)的情况时,判定绳锯(3)当前工作在正常状态,刀具控制器(4)据此做出正常的正旋进给控制。

9. 根据权利要求7所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构的控制方法,其特征在于:评估绳锯运行状态的方法采用多传感器数据融合检测算法,算法如下:

设绳锯(3)转速的下限阈值为 N_1 、上限阈值为 N_2 ,电机电流的下限阈值为 I_1 、上限阈值为 I_2 ,绳锯(3)工作状态综合指数为:

$$F = C_N \frac{N_2 - N}{N_2 - N_1} + C_I \frac{I - I_1}{I_2 - I_1}$$

其中, C_N 、 C_{IT} 分别为绳锯 (3) 的转速权重和电机电流权重; 设置区间阈值 f_1 、 f_2 、 f_3 , 且有 $0 \leq f_1 < f_2 < f_3$;

当 $F \leq f_1$ 时, 则判定绳锯 (3) 工作于空切状态, 刀具控制器 (4) 据此做出绳锯 (3) 停转控制;

当 $f_1 < F \leq f_2$ 时, 则判定绳锯 (3) 工作于正常状态, 刀具控制器 (4) 据此实施清障进给控制;

当 $f_2 < F \leq f_3$ 时, 则判定绳锯 (3) 工作于过载状态, 刀具控制器 (4) 据此做出反旋回退控制;

当 $F > f_3$ 时, 则判定绳锯 (3) 工作于卡阻状态, 刀具控制器 (4) 据此做出反旋回退控制。

10. 根据权利要求7所述的用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构的控制方法, 其特征在于: 双刀具平衡作业状态检测与补偿保护方法如下:

1) 双刀具平衡作业状态的检测算法

设两个绳锯 (3) 的平均转速分别为 $\bar{N}_a$ 、 $\bar{N}_b$, 瞬时转速分别为 N_a 、 N_b ; 设电机的平均电流分别为 $\bar{I}_a$ 、 $\bar{I}_b$, 瞬时电流分别为 I_a 、 I_b ;

定义两个绳锯 (3) 的平均转速差 $\Delta \bar{N} = \bar{N}_a - \bar{N}_b$, 瞬时转速差 $\Delta N = N_a - N_b$; 电机的平均电流差 $\Delta \bar{I} = \bar{I}_a - \bar{I}_b$, 瞬时电流差 $\Delta I = I_a - I_b$; 有:

A) 若 $|\Delta \bar{N}| \geq \bar{\delta}_N$ 、 $|\Delta N| \geq \delta_N$ 、 $|\Delta \bar{I}| \geq \bar{\delta}_I$ 、 $|\Delta I| \geq \delta_I$ 中任一成立, 判定两个绳锯 (3) 平衡作业失常, 其中的 $\bar{\delta}_N$ 、 δ_N 、 $\bar{\delta}_I$ 、 δ_I 均大于等于 0, 分别为各对应物理参数的平衡作业判定阈值;

B) 若 $(k_1 |\Delta \bar{N}| + k_2 |\Delta N| + k_3 |\Delta \bar{I}| + k_4 |\Delta I|) \geq \delta$, 判定两个绳锯 (3) 平衡作业失常, 其中的 $\delta \geq 0$, 为平衡作业综合判定阈值, $k_1 \sim k_4$ 为权值系数;

2) 双刀具平衡补偿及保护控制方法

将各绳锯 (3) 的转速、电机电流及平衡作业状态信息反馈给空中机器人的飞行控制器, 若判定两个绳锯 (3) 平衡作业失常, 则

A) 刀具控制器 (4) 立即做出先刹车后反旋控制, 使绳锯 (3) 退出作业, 同时向空中机器人的飞行控制器发送保护性回退指令;

B) 由飞行控制器控制空中机器人向转速高、电流小的一侧绳锯 (3) 运动微调, 实施双刀具平衡补偿。

用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构和控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于电力线路树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构和控制方法,属于输电线路树障清理装置技术领域。

背景技术

[0002] 空中机器人在对电力线路通道树障进行清理时,所用刀具应能快速切割树枝,同时又能避免对空中机器人本体姿态的影响,并且具有防卡阻等安全保护措施。

[0003] 目前园林修剪树枝多采用单锯类型的清理刀具,若将该类刀具直接安装于空中机器人上进行树障清理,刀具的水平受力不对称,易给空中机器人带来航向排斥力矩,一方面影响空中机器人力与力矩的平衡,另一方面造成刀具与树枝之间的打滑,导致切割效率不高。此外,常用的圆盘锯或链锯多为金属材质,结构较重,占用空间较大,空中机器人的续航能力影响较大。

发明内容

[0004] 本发明解决的技术问题是:提供用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构和控制方法,以解决现有技术中存在的问题。

[0005] 本发明采取的技术方案为:用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,包括Y型刀具架、左右对称安装于刀具架前部末端的两个刀具电机、由两个刀具电机分别驱动且位于刀具架下方的两片中心盘,中心盘的四周呈辐射状对称固定有多条绳锯,绳锯的另一端为自由端,该自由端运动形成的回转圆的直径小于两个刀具电机转轴的中心距。

[0006] 优选的,上述用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,还包括固定于或内置于刀具架的刀具控制器。

[0007] 优选的,上述用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构,还包括位于刀具架后部并与空中机器人机械臂连接的接头。

[0008] 优选的,上述绳锯为钢丝绳锯、耐磨复合材料绳锯。

[0009] 优选的,上述双锯刀具结构的外侧设有防止枝叶飞溅或锯片碎裂后飞射的安全保护罩。

[0010] 优选的,上述刀具电机内置感知绳锯转速的转速传感器。

[0011] 优选的,上述转速传感器连接到刀具控制器,刀具控制器内置有检测刀具电机工作电流的电流传感器,刀具控制器连接到空中机器人的飞行控制器。

[0012] 用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构的控制方法,该方法为:刀具控制器通过采集刀具电机的转速和电流,①实时评估绳锯的过载与卡阻状态,一旦评估值超过预定门限,即向刀具电机输出刹车指令,然后驱动两条绳锯同时反转,以使被清理树枝退出刀具,同时向空中机器人的飞行控制器发送回退指令,从而对空中机器人及刀具实施保护性退避;②对双刀具的平衡作业状态进行检测并实施补偿保护。

[0013] 优选的,上述评估绳锯运行状态的方法采用多传感器数据门限判定算法,算法如

下:

[0014] 1) 若当前绳锯转速 $N \leq$ 其过载阈值 N_{overload} ,或电机电流 $I \geq$ 其过载阈值 I_{overload} ,判定绳锯处于过载状态,刀具控制器据此做出反旋回退控制;

[0015] 2) 若当前绳锯转速 $N \leq$ 其卡阻阈值 N_{blocking} ,且电机电流 $I \geq$ 其卡阻阈值 I_{blocking} ,判定绳锯处于卡阻状态,其中, $N_{\text{blocking}} < N_{\text{overload}}$, $I_{\text{blocking}} \geq I_{\text{overload}}$,刀具控制器据此做出反旋回退控制;

[0016] 3) 若当前绳锯转速 $N \geq$ 其空切阈值 N_{empty} ,判定绳锯处于空切状态,其中, $N_{\text{empty}} \leq$ 绳锯的给定转速,刀具控制器据此做出绳锯停转控制;

[0017] 4) 不属于上述情况时,判定绳锯当前工作在正常状态,刀具控制器据此做出正常的正旋进给控制。

[0018] 优选的,上述评估绳锯运行状态的方法采用多传感器数据融合检测算法,算法如下:

[0019] 设绳锯转速的下限阈值为 N_1 、上限阈值为 N_2 ,电机电流的下限阈值为 I_1 、上限阈值为 I_2 ,绳锯工作状态综合指数为:

$$[0020] \quad F = C_N \frac{N_2 - N}{N_2 - N_1} + C_I \frac{I - I_1}{I_2 - I_1}$$

[0021] 其中, C_N 、 C_I 分别为绳锯的转速权重和电机电流权重;设置区间阈值 f_1 、 f_2 、 f_3 ,且有 $0 \leq f_1 < f_2 < f_3$;

[0022] 当 $F \leq f_1$ 时,则判定绳锯工作于空切状态,刀具控制器据此做出绳锯停转控制;

[0023] 当 $f_1 < F \leq f_2$ 时,则判定绳锯工作于正常状态,刀具控制器据此实施清障进给控制;

[0024] 当 $f_2 < F \leq f_3$ 时,则判定绳锯工作于过载状态,刀具控制器据此做出反旋回退控制;

[0025] 当 $F > f_3$ 时,则判定绳锯工作于卡阻状态,刀具控制器据此做出反旋回退控制。

[0026] 优选的,上述双刀具平衡作业状态检测与补偿保护方法如下:

[0027] 1) 双刀具平衡作业状态的检测算法

[0028] 设两个绳锯的平均转速分别为 $\bar{N}_a$ 、 $\bar{N}_b$,瞬时转速分别为 N_a 、 N_b ;设电机的平均电流分别为 $\bar{I}_a$ 、 $\bar{I}_b$,瞬时电流分别为 I_a 、 I_b 。

[0029] 定义两个绳锯的平均转速差 $\Delta \bar{N} = \bar{N}_a - \bar{N}_b$,瞬时转速差 $\Delta N = N_a - N_b$;电机的平均电流差 $\Delta \bar{I} = \bar{I}_a - \bar{I}_b$,瞬时电流差 $\Delta I = I_a - I_b$;有:

[0030] A) 若 $|\Delta \bar{N}| \geq \bar{\delta}_N$ 、 $|\Delta N| \geq \delta_N$ 、 $|\Delta \bar{I}| \geq \bar{\delta}_I$ 、 $|\Delta I| \geq \delta_I$ 中任一成立,判定两个绳锯平衡作业失常,其中的 $\bar{\delta}_N$ 、 δ_N 、 $\bar{\delta}_I$ 、 δ_I 均大于等于0,分别为各对应物理参数的平衡作业判定阈值;

[0031] B) 若 $(k_1 |\Delta \bar{N}| + k_2 |\Delta N| + k_3 |\Delta \bar{I}| + k_4 |\Delta I|) \geq \delta$,判定两个绳锯平衡作业失常,其中的 $\delta \geq 0$,为平衡作业综合判定阈值, $k_1 \sim k_4$ 为权值系数;

[0032] 2) 双刀具平衡补偿及保护控制方法

[0033] 将各绳锯的转速、电机电流及平衡作业状态信息反馈给空中机器人的飞行控制器,若判定两个绳锯平衡作业失常,则

[0034] A) 刀具控制器立即做出先刹车后反旋控制,使绳锯退出作业,同时向空中机器人

的飞行控制器发送保护性回退指令；

[0035] B) 由飞行控制器控制空中机器人向转速高、电流小的一侧绳锯运动微调，实施双刀具平衡补偿。

[0036] 本发明的有益效果：与现有技术相比，本发明的效果如下：

[0037] 1) 本发明双绳锯刀具结构，结构轻，占用空间小；作业时，刀具整体一边向树障推进，一边驱动双绳锯向内相向同速旋转，使树枝自动进入双绳锯的共同切割区域，从而有效降低作用于空中机器人的水平不平衡力与力矩，避免刀具与树枝之间的打滑，提高树障清理的效率，相比圆盘锯或链锯切割，绳锯具有一定的柔性，具备自动退让功能，切割过程中更加不容易出现过载、卡阻及损伤状态，使用更加安全，重量更轻，更便于控制空中机器人的姿态和稳定性；

[0038] 2) 采用转速监测，能够实时判断刀具运行状态是否良好，提高作业安全性，刀具控制器通过采集刀具电机的转速和电流，判断绳锯的过载与卡阻状态，有利于实现刀具与空中机器人的保护性退避，并实现双绳盘锯作业的动态平衡；

[0039] 3) 模块化的接头方式，可实现刀具的快速更换，且装卸收纳运输方便，而且接头起到机械连接和电气连接的双重作用，结构更加紧凑。

附图说明

[0040] 图1为本发明的结构示意图；

[0041] 图2为本发明的俯视结构示意图；

[0042] 图3为本发明的三片绳锯结构示意图。

[0043] 图中，1—刀具架，2—刀具电机，3—绳锯，4—刀具控制器，5—接头，6—中心盘。

具体实施方式

[0044] 下面，结合附图及具体的实施例对本发明进行进一步介绍。

[0045] 实施例1：如图1-图3所示，用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构，包括Y型刀具架1、左右对称安装于刀具架1前部末端的两个刀具电机2、由两个刀具电机2分别驱动且位于刀具架1下方的两片中心盘6，中心盘6的四周呈辐射状对称固定有多条绳锯3，绳锯3的另一端为自由端，该自由端运动形成的回转圆的直径小于两个刀具电机2转轴的中心距。

[0046] 优选的，上述用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构，还包括固定于或内置于刀具架1的刀具控制器4。

[0047] 优选的，上述用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构，还包括位于刀具架1后部并与空中机器人机械臂连接的接头5；接头5采用法兰盘连接或螺帽-螺杆快速连接，相应的连接部位设有电气接插头，因此接头5具有机械和电气双重连接功能，结构紧凑，可实现刀具的快速更换。

[0048] 优选的，上述绳锯3为钢丝绳锯、耐磨复合材料绳锯。

[0049] 优选的，上述双锯刀具结构的外侧设有防止枝叶飞溅或锯片碎裂后喷射的安全保护罩。

[0050] 优选的，上述刀具电机2内置感知绳锯3转速的转速传感器，通过转速传感器能够实时监控作业刀具的转速情况，从而判断作业刀具的运行状态，提高操作安全性。

[0051] 优选的,上述转速传感器连接到刀具控制器4,刀具控制器4内置有检测刀具电机2工作电流的电流传感器,刀具控制器4连接到空中机器人的飞行控制器;通过转速传感器以及电流传感器,刀具控制器4可实时监控绳锯3的转速和电机电流,判断两个绳锯3的工作状态,做出正常进给或回退保护或双锯动态切割平衡的调整,同时将该状态信息发送到飞行控制器,飞行控制器据此实施空中机器人的进给或退出微调,自动实现刀具的切割保护和有效切割。

[0052] 上述转速传感器可采用光电编码器或霍尔传感器,电流传感器可采用电流互感器;刀具控制器4定制设有针对上述具体类型传感器的模拟量(电压或电流)或数字量(包括总线)、脉冲量、频率量等类型接口。

[0053] 双绳刀具结构通过接头5从空中机器人平台获取刀具控制指令与驱动电源,送入刀具控制器4,以驱动刀具电机2旋转并控制其转速;树障清理时,两条绳锯3向内相向等速旋转,以自动卷入被清理树枝并实施切割。

[0054] 实施例2:一种用于树障清理空中机器人的双绳锯刀具结构的控制方法,该方法为:刀具控制器4通过采集刀具电机2的转速和电流,①实时评估绳锯3的过载与卡阻状态,一旦评估值超过预定门限,即向刀具电机2输出刹车指令,然后驱动两条绳锯3同时反转,以使被清理树枝退出刀具,同时向空中机器人的飞行控制器发送回退指令,从而对空中机器人及刀具实施保护性退避;②对双刀具的平衡作业状态进行检测并实施补偿保护。

[0055] 优选的,上述评估绳锯运行状态的方法采用多传感器数据门限判定算法,算法如下:

[0056] 1) 若当前绳锯3转速 $N \leq$ 其过载阈值 N_{overload} ,或电机电流 $I \geq$ 其过载阈值 I_{overload} ,判定绳锯3处于过载状态,刀具控制器4据此做出反旋回退控制;

[0057] 2) 若当前绳锯3转速 $N \leq$ 其卡阻阈值 N_{blocking} ,且电机电流 $I \geq$ 其卡阻阈值 I_{blocking} ,判定绳锯3处于卡阻状态,其中, $N_{\text{blocking}} < N_{\text{overload}}$, $I_{\text{blocking}} \geq I_{\text{overload}}$,刀具控制器4据此做出反旋回退控制;

[0058] 3) 若当前绳锯3转速 $N \geq$ 其空切阈值 N_{empty} ,判定绳锯3处于空切状态,其中, $N_{\text{empty}} \leq$ 绳锯3的给定转速,刀具控制器4据此做出绳锯3停转控制;

[0059] 4) 不属于上述情况时,判定绳锯3当前工作在正常状态,刀具控制器4据此做出正常的正旋进给控制。

[0060] 优选的,上述评估绳锯运行状态的方法采用多传感器数据融合检测算法,算法如下:

[0061] 设绳锯3转速的下限阈值为 N_1 、上限阈值为 N_2 ,电机电流的下限阈值为 I_1 、上限阈值为 I_2 ,绳锯3工作状态综合指数为:

$$[0062] \quad F = C_N \frac{N_2 - N}{N_2 - N_1} + C_I \frac{I - I_1}{I_2 - I_1}$$

[0063] 其中, C_N 、 C_I 分别为绳锯3的转速权重和电机电流权重;设置区间阈值 f_1 、 f_2 、 f_3 ,且有 $0 \leq f_1 < f_2 < f_3$;

[0064] 当 $F \leq f_1$ 时,则判定绳锯3工作于空切状态,刀具控制器4据此做出绳锯3停转控制;

[0065] 当 $f_1 < F \leq f_2$ 时,则判定绳锯3工作于正常状态,刀具控制器4据此实施清障进给控制;

[0066] 当 $f_2 < F \leq f_3$ 时,则判定绳锯3工作于过载状态,刀具控制器4据此做出反旋回退控制;

[0067] 当 $F > f_3$ 时,则判定绳锯3工作于卡阻状态,刀具控制器4据此做出反旋回退控制。

[0068] 优选的,上述双刀具平衡作业状态检测与补偿保护方法如下:

[0069] 1) 双刀具平衡作业状态的检测算法

[0070] 设两个绳锯3的平均转速分别为 $\bar{N}_a$ 、 $\bar{N}_b$,瞬时转速分别为 N_a 、 N_b ;设电机的平均电流分别为 $\bar{I}_a$ 、 $\bar{I}_b$,瞬时电流分别为 I_a 、 I_b ;

[0071] 定义两个绳锯3的平均转速差 $\Delta \bar{N} = \bar{N}_a - \bar{N}_b$,瞬时转速差 $\Delta N = N_a - N_b$;电机的平均电流差 $\Delta \bar{I} = \bar{I}_a - \bar{I}_b$,瞬时电流差 $\Delta I = I_a - I_b$;有:

[0072] A) 若 $|\Delta \bar{N}| \geq \bar{\delta}_N$ 、 $|\Delta N| \geq \delta_N$ 、 $|\Delta \bar{I}| \geq \bar{\delta}_I$ 、 $|\Delta I| \geq \delta_I$ 中任一成立,判定两个绳锯3平衡作业失常,其中的 $\bar{\delta}_N$ 、 δ_N 、 $\bar{\delta}_I$ 、 δ_I 均大于等于0,分别为各对应物理参数的平衡作业判定阈值;

[0073] B) 若 $(k_1 |\Delta \bar{N}| + k_2 |\Delta N| + k_3 |\Delta \bar{I}| + k_4 |\Delta I|) \geq \delta$,判定两个绳锯3平衡作业失常,其中的 $\delta \geq 0$,为平衡作业综合判定阈值, $k_1 \sim k_4$ 为权值系数;

[0074] 2) 双刀具平衡补偿及保护控制方法

[0075] 将各绳锯3的转速、电机电流及平衡作业状态信息反馈给空中机器人的飞行控制器,若判定两个绳锯3平衡作业失常,则

[0076] A) 刀具控制器4立即做出先刹车后反旋控制,使绳锯3退出作业,同时向空中机器人的飞行控制器发送保护性回退指令;

[0077] B) 由飞行控制器控制空中机器人向转速高、电流小的一侧绳锯3运动微调,实施双刀具平衡补偿。

[0078] 以上阈值和权值系数的确定,可采用基于物理原理的理论计算、基于实验数据分析的经验统计、基于神经网络的建模训练等方法来完成。

[0079] 本发明的优点如下:

[0080] 1) 双绳锯设计,向内相向同速旋转,可自动卷入树枝并实施切割,树障清理效率高,作用于空中机器人上的水平不平衡力与力矩相对较小;

[0081] 2) 刀具控制器4通过采集刀具电机2的转速和电流,判断绳锯的过载与卡阻状态,有利于实现刀具与空中机器人的保护性退避,并实现保双绳盘锯作业的动态平衡;

[0082] 3) 模块化设计与接头方式,可实现刀具的快速更换;

[0083] 4) 本发明整体重量较轻,占用空间较小,有利于空中机器人携带作业。

[0084] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式实例,本发明的保护范围并不局限于此。熟悉该技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易找到变化或替换方式,这些都应涵盖在本发明的保护范围之内。为此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

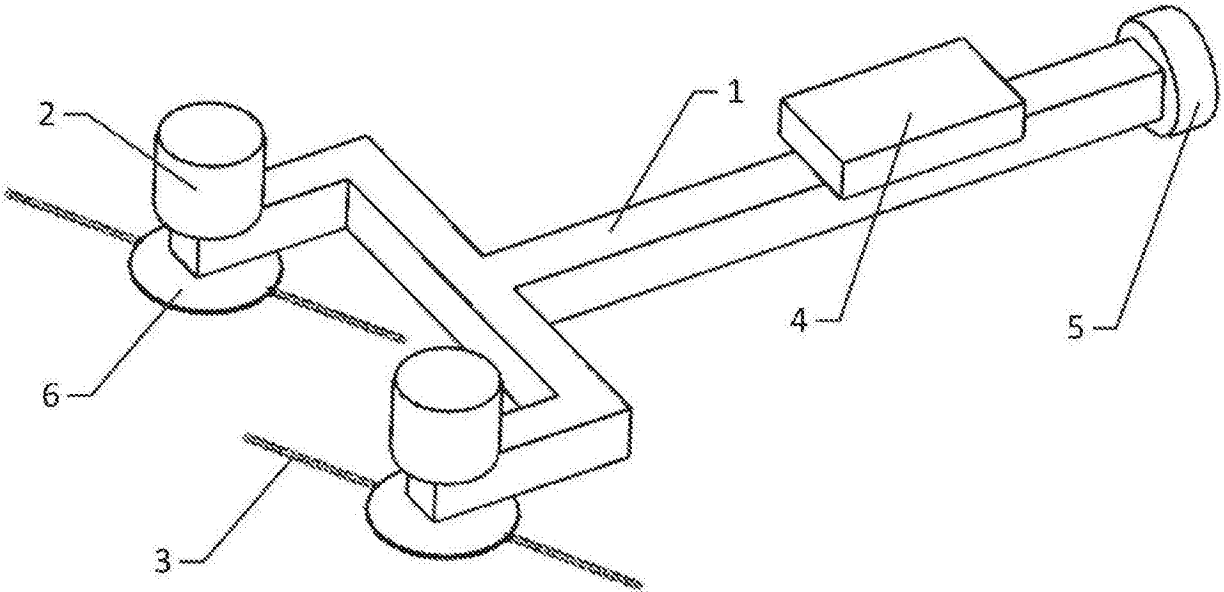


图1

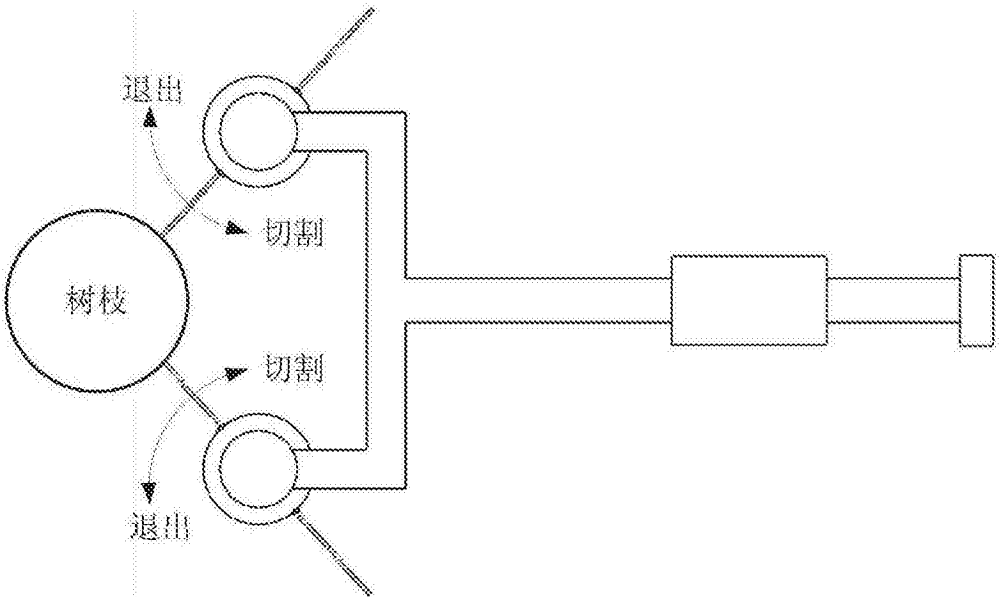


图2

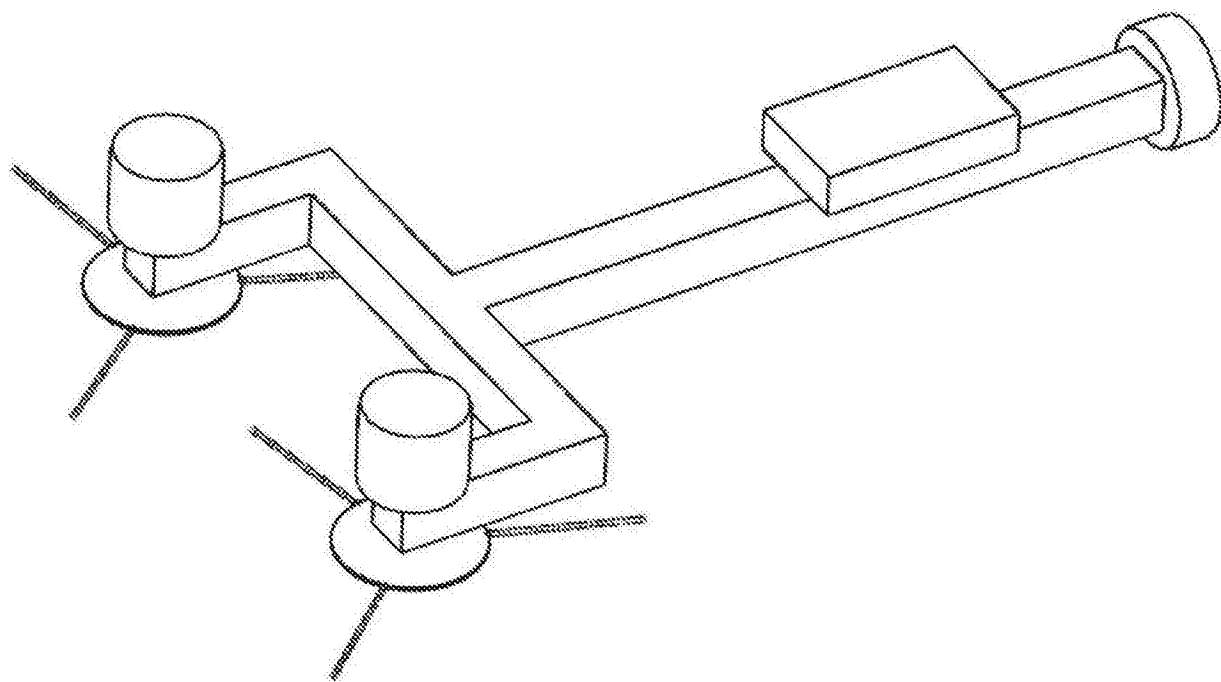


图3