



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106946097 B

(45)授权公告日 2019.07.09

(21)申请号 201710169000.8

B65H 75/44(2006.01)

(22)申请日 2017.03.21

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106946097 A

CN 205932769 U, 2017.02.08, 说明书第26-30段、图1-4.

(43)申请公布日 2017.07.14

CN 102134021 A, 2011.07.27, 说明书第18段、图1、4.

(73)专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街29号

CN 104609252 A, 2015.05.13, 说明书第27-35段、图1-4.

CN 103896106 A, 2014.07.02, 说明书第19-20段、图1.

(72)发明人 武星 楼佩煌 李林慧 刘鹏

陈华 钱晓明

CN 202296563 U, 2012.07.04, 全文.

CN 105967002 A, 2016.09.28, 全文.

(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔 吴庭祥

CN 202279577 U, 2012.06.20, 全文.

EP 2857339 A1, 2015.04.08, 全文.

KR 200191469 Y1, 2000.08.16, 全文.

(51)Int.Cl.

B65H 59/40(2006.01)

B65H 59/38(2006.01)

审查员 耿成成

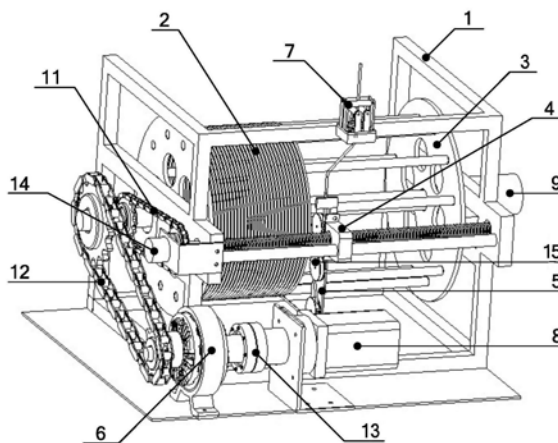
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

## (54)发明名称

线缆拉力自调节绞盘及其控制方法

## (57)摘要

本发明公开了一种线缆拉力自调节绞盘及其控制方法,属于自动化控制领域。包括绕线滚筒和驱动绕线滚筒转动的驱动装置,驱动装置电连接控制装置,绕线滚筒的外侧设有与绕线滚筒轴向平行的排线装置,绕线滚筒与排线装置联动;排线装置上安装张力检测装置,张力检测装置位于排线装置与绕线滚筒之间,张力检测装置电连接控制装置;驱动装置与绕线滚筒之间连接张力保护装置,张力保护装置限制驱动装置输出的最大转矩,张力保护装置连接控制装置。通过测量线缆收放的受力状态、运动状态及张力保护装置的离合状态,对绕线滚筒的转速和转矩进行自适应控制,使线缆的收放运动与高速移动物体的主动运动相协调,避免线缆发生断裂。



1. 一种线缆拉力自调节绞盘,包括绕线滚筒和驱动绕线滚筒转动的驱动装置,驱动装置电连接控制装置,其特征在于:所述绕线滚筒的外侧设有与绕线滚筒轴向平行的排线装置,所述绕线滚筒与排线装置联动;

所述排线装置上安装张力检测装置,张力检测装置位于排线装置与绕线滚筒之间,张力检测装置电连接控制装置;

所述驱动装置与绕线滚筒之间连接张力保护装置,张力保护装置限制驱动装置输出的最大转矩,所述张力保护装置电连接控制装置。

2. 根据权利要求1所述的线缆拉力自调节绞盘,其特征在于:所述张力检测装置包括张力检测轮、安装在检测轮支架一侧的张力传感器、安装在检测轮支架另一侧的排线轮和第一导向轮,所述张力检测轮、张力传感器同轴连接,张力检测轮与张力传感器之间的连接轴无接触地穿过支架;所述排线轮和第一导向轮可相对于支架转动,张力检测轮可相对于张力传感器转动,张力传感器电连接控制装置;

所述排线轮和第一导向轮位于同一公垂面 $P_1$ 内,排线轮和第一导向轮的轴心位于同一公垂线 $L_1$ 上,张力检测轮位于排线轮和第一导向轮之间;张力检测轮相对于排线轮和第一导向轮具有相等的垂直距离 $d_v$ ,且相对于排线轮和导向轮的公垂线 $L_1$ 具有水平距离 $d_L$ ;所述排线轮的下母线与绕线滚筒的下母线位于同一水平面内。

3. 根据权利要求2所述的线缆拉力自调节绞盘,其特征在于:所述第一导向轮的上方设有一对压线轮,压线轮安装于检测轮支架上,可相对于检测轮支架转动;所述一对压线轮中心轴与第一导向轮中心轴垂直,一对压线轮关于第一导向轮的中心面对称。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的线缆拉力自调节绞盘,其特征在于:所述张力保护装置包括张力控制器和离合器,所述离合器包括可结合或分离的部件A和部件B,所述张力控制器连接离合器,控制部件A和部件B的分离或结合;所述张力控制器电连接控制装置。

5. 根据权利要求1至3任一项所述的线缆拉力自调节绞盘,其特征在于:所述排线装置包括排线螺母、圆形导轨和双向丝杠,所述圆形导轨和双向丝杠平行设置,排线螺母上预制有与圆形导轨和双向丝杠适配的光孔和螺纹孔,所述螺纹孔与双向丝杠之间采用螺旋转动,光孔与圆形导轨之间采用间隙配合;

所述排线螺母装配在圆形导轨和双向丝杠上可沿其轴向往返运动;

所述双向丝杠与绕线滚筒同时且同向转动,绕线滚筒每旋转一圈,排线螺母沿双向丝杠轴线方向移动一个螺距,所述螺距等于线缆的直径。

6. 根据权利要求1至3任一项任一所述的线缆拉力自调节绞盘,其特征在于:所述绕线滚筒或排线装置的一端安装第一旋转编码器,所述第一旋转编码器电连接控制装置。

7. 根据权利要求1至3任一项所述的线缆拉力自调节绞盘,其特征在于:所述驱动装置包括电机驱动器、第二旋转编码器和扭矩传感器,所述第二旋转编码器、扭矩传感器分别与控制装置的输入端电连接,电机驱动器与控制装置的输出端电连接。

8. 根据权利要求1至3任一项所述的线缆拉力自调节绞盘,其特征在于:所述排线装置的上方设有出线导向装置。

9. 根据权利要求8所述的线缆拉力自调节绞盘,其特征在于:所述出线导向装置包括导向基座、第一导向柱组和第二导向柱组,所述第一导向柱组和第二导向柱组上下错开设置在导向基座,导向基座上开有中心孔 $O_1$ ;

所述每个导向柱组包括两根平行设置可转动的导向柱,两根导向柱之间的间距等于或略大于线缆的直径,两根导向柱关于中心孔 $O_1$ 对称。

10.一种线缆拉力自调节绞盘的控制方法,其特征在于采用权利要求1至9任一项所述的线缆拉力自调节绞盘,包括以下步骤:

(1)通过张力检测装置实时检测收放过程中线缆的张力并反馈至控制装置,所述控制装置通过驱动装置对绕线滚筒的转矩进行控制,以自适应调节线缆拉力;

(2)利用张力控制器调节离合器结合或分离的临界扭矩,当线缆拉力大于临界扭矩时离合器开始分离;

(3)第一旋转编码器实时检测绕线滚筒的转速、排线螺母的速度、线缆收放的速度并反馈至控制装置,所述控制装置再通过驱动装置对绕线滚筒的转速进行控制;

(4)第二旋转编码器和扭矩传感器实时检测电机输出轴的转速和转矩,并反馈至控制装置,控制装置再通过电机驱动器对输出轴的转速和转矩进行控制,控制驱动装置产生收放线缆所需的绕线滚筒的转速和转矩;

(5)控制装置比较分析第一旋转编码器和第二旋转编码器检测的绕线滚筒和电机输出轴的转速,估计线缆收放的运动状态和张力的离合状态,对电机驱动器和张力控制器进行协同控制,使得驱动装置经张力保护装置输出的转速和转矩既满足线缆跟随高速移动物体的运动需要,同时也保证线缆在随机动态拉力下不会发生断裂。

## 线缆拉力自调节绞盘及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种线缆绞盘,具体是一种线缆拉力自调节绞盘及其控制方法,属于自动化控制领域。

### 背景技术

[0002] 固定于某一位置操作的机器人并不能完全满足各方面的需要,可移动性能使机器人自由地改变空间位置,更加有效和灵活地完成各类作业任务。然而,不能固定于某一位置对移动机器人的供电和通信带来了一系列的影响。一般的地面移动机器人可采用蓄电池供电和无线通信,但一些特殊应用的移动机器人却不适合采用,如对于飞行移动机器人,蓄电池由于能量密度低而难以同时满足长航时和小自重的要求;对于管道移动机器人,金属管道的电磁屏蔽可能导致无线通信信号受到很大干扰。因此,采用有线电视为特殊应用的移动机器人进行供电和通信,可满足极端使用环境中对长航时、小自重和无干扰的严格要求。

[0003] 由于移动机器人的位置经常变化,线缆必须跟随移动机器人的运动进行收放操作,完成这一线缆收放功能的机电装置是电缆绞盘,其常用于移动电源车对外供电的场合。2014年8月27日中国发明专利201410248590.X公开了一种电源车用电缆绞盘,包括机架、滚筒、传动轴、轴承,所述的滚轮分为外滚筒和内滚筒,内滚筒安装在外滚筒内部并连接有法兰盘,法兰盘上安装有电磁离合装置,该电磁离合装置包括定盘、磁轭、转动盘、衔铁和轴套,内滚筒通过法兰盘固定有直流电机,传动轴上安装有联轴器,直流电机通过联轴器与电磁离合装置上的轴套相互连接。该装置的有益效果在于使用的是直流电机及电磁离合装置来进行供电及运行,无需开启电机或者当电机发生故障的时候,都能轻松的实现电缆收放作用,同时还可以手动转动格盘回收电缆。但其只简单实现电缆的收放功能,其使用的电缆通常粗而重,抗拉强度大,电缆两端连接的对象都是静止的,电缆收放运动的速度低,对电缆运动的速度无精确控制要求,无法适用于移动机器人特别是飞行移动机器人的作业需求。

[0004] 此外,为了减轻飞行移动机器人牵引线缆飞行的能量损耗,必须采用重量轻的细径线缆。然而,细径线缆的抗拉强度低,如果线缆收放运动与飞行移动机器人的飞行动作不协调,极有可能拉断细径线缆,因此必须对线缆收放运动进行高动态、高精度的运动控制,以使其快速、准确地跟随飞行移动机器人运动。此外,高空风场的强烈快速变化也会对线缆收放运动产生极大影响,严重干扰线缆绞盘与飞行移动机器人的协同运动。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题在于克服现有技术缺陷,提供一种能实时检测线缆的内部张力,对线缆的收放运动进行精确控制,保证线缆用于高速移动物体供电和通信时承受随机动态拉力而不发生断裂的线缆拉力自调节绞盘及其控制方法。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供的线缆拉力自调节绞盘,包括绕线滚筒和驱动绕线滚筒转动的驱动装置,驱动装置电连接控制装置,所述绕线滚筒的外侧设有与绕线

滚筒轴向平行的排线装置,所述绕线滚筒与排线装置联动;

[0007] 所述排线装置上安装张力检测装置,张力检测装置位于排线装置与绕线滚筒之间,张力检测装置电连接控制装置;

[0008] 所述驱动装置与绕线滚筒之间连接张力保护装置,张力保护装置限制驱动装置输出的最大转矩,所述张力保护装置电连接控制装置。

[0009] 本发明中,所述张力检测装置包括张力检测轮、安装在检测轮支架一侧的张力传感器、安装在检测轮支架另一侧的排线轮和第一导向轮,所述张力检测轮、张力传感器同轴连接,张力检测轮与张力传感器之间的连接轴无接触地穿过支架;所述排线轮和第一导向轮可相对于支架转动,张力检测轮可相对于张力传感器转动,张力传感器电连接控制装置;

[0010] 所述排线轮和第一导向轮位于同一公垂面 $P_1$ 内,排线轮和第一导向轮的轴心位于同一公垂线 $L_1$ 上,张力检测轮位于排线轮和第一导向轮之间;张力检测轮相对于排线轮和第一导向轮具有相等的垂直距离 $d_v$ ,且相对于排线轮和导向轮的公垂线 $L_1$ 具有水平距离 $d_L$ ;所述排线轮的下母线与绕线滚筒的下母线位于同一水平面内。

[0011] 本发明中,所述第一导向轮的上方设有一对压线轮,压线轮安装于检测轮支架上,可相对于检测轮支架转动;所述一对压线轮中心轴与第一导向轮中心轴垂直,一对压线轮关于第一导向轮的中心面对称。

[0012] 本发明中,所述张力保护装置包括张力控制器和离合器,所述离合器包括可结合或分离的部件A和部件B,所述张力控制器连接离合器,控制部件A和部件B的分离或结合;所述张力控制器电连接控制装置。

[0013] 本发明中,所述排线装置包括排线螺母、圆形导轨和双向丝杠,所述圆形导轨和双向丝杠平行设置,排线螺母上预制有与圆形导轨和双向丝杠适配的光孔和螺纹孔,所述螺纹孔与双向丝杠之间采用螺旋传动,光孔与圆形导轨之间采用间隙配合;

[0014] 所述排线螺母装配在圆形导轨和双向丝杠上可沿其轴向往返运动;

[0015] 所述双向丝杠与绕线滚筒同时且同向转动,绕线滚筒每旋转一圈,排线螺母沿双向丝杠轴线方向移动一个螺距,所述螺距等于线缆的直径。

[0016] 本发明中,所述绕线滚筒或排线装置的一端安装第一旋转编码器,所述第一旋转编码器电连接控制装置。

[0017] 本发明中,所述驱动装置包括电机驱动器、第二旋转编码器和扭矩传感器,所述第二旋转编码器、扭矩传感器分别与控制装置的输入端电连接,电机驱动器与控制装置的输出端电连接。

[0018] 本发明中,所述排线装置的上方设有出线导向装置。

[0019] 本发明中,所述出线导向装置包括导向基座、第一导向柱组和第二导向柱组,所述第一导向柱组和第二导向柱组上下错开设置在导向基座,导向基座上开有中心孔 $O_1$ ;

[0020] 所述每个导向柱组包括两根平行设置可转动的导向柱,两根导向柱之间的间距等于或略大于线缆的直径,两根导向柱关于中心孔 $O_1$ 对称。

[0021] 本发明提供了一种线缆拉力自调节绞盘的控制方法,采用上述的线缆拉力自调节绞盘,包括以下步骤:

[0022] (1) 通过张力检测装置实时检测收放过程中线缆的张力并反馈至控制装置,所述控制装置通过驱动装置对绕线滚筒的转矩进行控制,以自适应调节线缆拉力;

[0023] (2) 利用张力控制器调节离合器结合或分离的临界扭矩,当线缆拉力大于临界扭矩时离合器开始分离;

[0024] (3) 第一旋转编码器实时检测绕线滚筒的转速、排线螺母的速度、线缆收放的速度并反馈至控制装置,所述控制装置再通过驱动装置对绕线滚筒的转速进行控制;

[0025] (4) 第二旋转编码器和扭矩传感器实时检测电机输出轴的转速和转矩,并反馈至控制装置,控制装置再通过电机驱动器对输出轴的转速和转矩进行控制,控制驱动装置产生收放线缆所需的绕线滚筒的转速和转矩;

[0026] (5) 控制装置比较分析第一旋转编码器和第二旋转编码器检测的绕线滚筒和电机输出轴的转速,估计线缆收放的运动状态和张力的离合状态,对电机驱动器和张力控制器进行协同控制,使得驱动装置经张力保护装置输出的转速和转矩既满足线缆跟随高速移动物体的运动需要,同时也保证线缆在随机动态拉力下不会发生断裂。

[0027] 本发明的有益效果在于:(1)通过在排线装置与绕线滚筒之间设置张力检测装置,实时检测收放过程中线缆的拉力并进行反馈控制,自适应调节线缆拉力,有利于克服线缆的低强度问题;(2)通过在驱动装置与绕线滚筒之间设置张力保护装置,通过机械保护方式保证线缆拉力不超过其断裂的极限值,提高线缆拉力保护的可靠性;(3)通过在绕线滚筒或排线装置的一端设置第一旋转编码器,实时检测绕线滚筒的转速并进行反馈控制,有利于提高线缆跟随高速移动物体运动的协调性;(4)通过在驱动装置中设置第二旋转编码器和扭矩传感器,实时检测电机输出轴的转速和转矩并进行反馈控制,有利于提高绕线滚筒的运动控制精度;(5)通过比较分析第一旋转编码器和第二旋转编码器检测的绕线滚筒和电机输出轴的转速,对电机驱动器和张力控制器进行协同控制,有利于保证线缆在高速运动时承受随机动态拉力而不发生断裂;(6)将张力检测轮设置在排线轮和第一导向轮之间,无论张力检测装置跟随排线螺母在水平轴向如何运动,排线轮和第一导向轮可保证线缆在张力检测轮的上下两侧保持相同的夹角,有利于精确测量线缆张力;(7)通过压线轮保证线缆始终沿垂直方向穿出张力检测装置,通过保证排线轮的下母线与绕线滚筒的下母线位于同一水平面内,使得线缆始终沿水平方向进入张力检测装置,有利于进一步保证线缆在张力检测轮的上下两侧保持相同的夹角;(8)通过在排线装置的上方设有出线导向装置,保证线缆始终沿垂直方向穿出该线缆拉力自调节绞盘,以跟随高速移动物体在不同方位的姿态变换;(9)通过排线螺母、圆形导轨和双向丝杠的内联系传动,有利于将线缆分层按序地均匀缠绕在绕线滚筒上;(10)采用本发明的线缆拉力自调节绞盘的控制方法,可通过轻量化细径线缆为高速移动物体提供电源和通信,有利于减轻高速移动物体的自重、延长其滞空时间。

## 附图说明

[0028] 图1为本发明线缆拉力自调节绞盘的结构示意图;

[0029] 图2为本发明中绕线滚筒的结构示意图;

[0030] 图3为本发明中排线装置的结构示意图;

[0031] 图4为本发明中张力检测装置的结构示意图,(a)为正面结构图,(b)为正面结构图,(c)为剖面结构图;

[0032] 图5为本发明中张力保护装置的结构示意图;

[0033] 图6为本发明中出线导向装置的结构示意图；

[0034] 图7为本发明中控制系统的组成示意图；

[0035] 图中：1-机架，2-细径线缆，3-绕线滚筒，4-排线装置，5-张力检测装置，6-张力保护装置，7-出线导向装置，8-电机驱动装置，9-电能信号传输装置，11-第一传动链，12-第二传动链，13-联轴器，14-第一旋转编码器，15-张力传感器，18-滚筒辐条，19-滚筒辐板，20-滚筒中心轴，21-第一轴承，22-第一主动链轮，23-第二从动链轮，24-第一传动链条，25-第二传动链条，26-双向丝杠，27-圆形导轨，28-排线螺母，29-第一从动链轮，30-第二轴承，31-第一编码器支架，32-检测轮支架，33-张力检测轮，34-排线轮，35-第一导向轮，36-压线轮，37-挡销，38-第四轴承，39-第五轴承，40-第六轴承，41-张力传感器支架，42-离合器，43-离合器输入轴，44-离合器输出轴，45-第二主动链轮，46-导向基座，47-导向柱支架，48-导向柱。

### 具体实施方式

[0036] 为了便于本领域技术人员的理解，下面以飞行移动机器人作为实施例并结合附图对本发明作进一步的说明，实施方式提及的内容并非对本发明的限定。

[0037] 高速移动物体特别是飞行移动机器人，由于对自重的严格限制，采用燃油或蓄电池提供飞行动力都难以满足长航时的要求，而通过有线电缆方式为飞行移动机器人提供能源可妥善解决长航时的问题。在实际应用过程中，为了降低飞行移动机器人的负载，使用的多芯线缆的绝缘层和保护套均采用轻量化结构设计，然而这也带来线缆结构保护层的低强度问题。如果线缆收放运动与飞行移动机器人的飞行动作不协调，极有可能造成低强度线缆被瞬间拉断。因此，本发明设计了线缆拉力自调节绞盘，保证飞行移动机器人在高速运动作业过程中稳定可靠地收放线缆，实现使用低强度、轻量化细径线缆对飞行移动机器人进行高压输电和通信。当然，本发明的技术方案同样适用于地面固定条件下线缆的收放。

[0038] 如图1所示，本发明线缆拉力自调节绞盘包括机架1、细径线缆2、绕线滚筒3、排线装置4、张力检测装置5、张力保护装置6、出线导向装置7、电机驱动装置8、电能信号传输装置9、控制装置。控制装置可采用现有技术常规公开的控制方式即可实现，如工控机、PLC或嵌入式系统，本发明在此不再展开叙述。细径线缆2采用多层多芯结构，将多根高压输电线和光纤通信线分别绝缘和隔离，并包裹成一根混合多用途电缆；当然在实际使用过程中，也可以根据进行选择不同类型的电缆，并不限于上述细径线缆2。绕线滚筒3和排线装置4之间具有固定的螺旋传动关系，绕线滚筒3每旋转一圈，排线装置4沿旋转轴线方向移动一个螺距，该螺距等于细径线缆2的直径。通过排线装置4可将细径线缆2分层按序地均匀缠绕在绕线滚筒3上。张力检测装置5安装于排线装置4上，位于排线装置4与绕线滚筒3之间，细径线缆2需要穿过张力检测装置5再连接飞行移动机器人，因此，连接飞行移动机器人的线缆拉力可通过张力检测装置5的张力传感器15测量。张力保护装置6位于电机驱动装置8与第二传动链12之间，当线缆拉力过大时，张力保护装置6的离合器断开电机驱动装置8的动力输入，防止细径线缆2被拉断。出线导向装置7位于排线装置4上方，固定安装在机架1上，由于排线装置4沿旋转轴线方向往复直线运动，出线导向装置7用于保证细径线缆2在线缆绞盘出口位置具有确定的方向。电机驱动装置8包括第二旋转编码器和扭矩传感器，第二旋转编码器用于测量电机的旋转速度，扭矩传感器用于测量电机的驱动扭矩；第二旋转编码器和

扭矩传感器电连接控制装置的输入端。电机驱动装置8通过联轴器13连接张力保护装置6,张力保护装置6通过第二传动链12将运动传递给绕线滚筒3,绕线滚筒3通过第一传动链11将运动传递给排线装置4,排线装置4的一端安装有第一旋转编码器14,用于测量排线装置4的轴向移动速度和绕线滚筒3的转速。细径线缆2的前端穿过张力检测装置5、出线导向装置7电连接飞行移动机器人,线缆后端电连接绕线滚筒3一端的电能信号传输装置9。电能信号传输装置9用于将外部设备的能源和信号,通过细径线缆2提供给飞行移动机器人,并由线缆拉力自调节绞盘保证细径线缆2的收放运动与飞行移动机器人协调同步。

[0039] 如图2所示,绕线滚筒3采用中空的辐条式结构,两端是正对的圆形滚筒辐板19,通过一组滚筒辐条18连接,滚筒辐条18在滚筒辐板19的圆周上等距离布置。滚筒中心轴20固定连接于两端滚筒辐板19的中心,并穿过滚筒辐板19向外侧延伸。滚筒中心轴20通过第一轴承21活动安装于机架1上,实现绕线滚筒3与机架1之间的相对转动。滚筒中心轴20前端分别固定安装第一主动链轮22和第二从动链轮23,第一主动链轮22与第一传动链条24相啮合,将绕线滚筒3的运动传递给排线装置4的双向丝杠26。第二从动链轮23与第二传动链条25相啮合,通过张力保护装置6将电机驱动装置8的运动传递给绕线滚筒3。滚筒中心轴20后端连接电能信号传输装置9,电能信号传输装置9将外部供电设备的电能和通信设备的信号传输进入随绕线滚筒3转动的细径线缆2中。

[0040] 如图3所示,排线装置4包括第一旋转编码器14、双向丝杠26、圆形导轨27、排线螺母28、第一从动链轮29。双向丝杠26通过第二轴承30活动安装于机架1上,实现双向丝杠26与机架1之间的相对转动。圆形导轨27与机架1固定连接,且与双向丝杠26平行布置。双向丝杠26前端穿过机架1,在两侧机架1内部的双向丝杠26是丝杠工作部,其圆周表面预制有双向螺纹,右旋螺纹为正向,左旋螺纹为反向,两条正反向螺纹的螺距相等,通过相差半个螺距耦合于丝杠工作部,并在螺纹终端将2螺纹连接并进行修缘。穿过机架1的双向丝杠26前端是丝杠外伸部,第一从动链轮29固定安装于丝杠外伸部,且与第一传动链条25相啮合,与第一主动链轮22组成第一传动链11,将绕线滚筒3的运动传递给双向丝杠26。第一主动链轮22与第一从动链轮29的减速比满足以下传动关系:绕线滚筒3转动一圈,排线螺母28移动一个等于细径线缆2直径的距离。第一旋转编码器14包括编码器基座和编码器测量轴,编码器基座通过第一编码器支架31与机架1固定连接,编码器测量轴可绕编码器基座相对转动,且与双向丝杠26的丝杠外伸部前端面固定连接,从而测量双向丝杠26相对于机架1的转动角度和角速度,并反馈至控制装置,所述控制装置再通过驱动装置对绕线滚筒的转速进行精确控制,使得绕线滚筒跟随飞行移动机器人的运动动作协调快速地收放线缆。排线螺母28沿双向丝杠26的轴向预制有两个孔,分别是螺纹孔和光孔。螺纹孔具有与双向丝杠26参数相同的正反两条螺纹,且螺纹孔与双向丝杠26之间通过滚珠滚动啮合传动。光孔具有与圆形导轨27相同的直径,且光孔与圆形导轨27之间进行间隙配合。双向丝杠26与排线螺母28的这种特殊结构可实现:当双向丝杠26保持连续同向转动时,排线螺母28运动到丝杠工作部的一端后,滚珠通过修缘滚道从正向反向螺纹进入反向正向螺纹,使排线螺母28自动改变移动方向,从而实现排线螺母28在双向丝杠26上的直线往复运动。

[0041] 如图4所示,张力检测装置5包括张力传感器15、检测轮支架32、张力检测轮33、排线轮34、第一导向轮35、压线轮36、挡销37。检测轮支架32与排线螺母28固定连接,且垂直于双向丝杠26的轴线方向。通过检测轮支架32使得张力检测装置5随排线螺母28一起沿双向



丝杠26的轴向做往复直线移动。张力检测轮33的轮表面具有容纳细径线缆2的凹槽,轮中心固定安装有检测轮中心轴,检测轮中心轴无接触地穿过检测轮支架32上的腰形孔,与检测轮支架32另一侧的张力传感器15连接。张力传感器15包括传感器基座和张力的测量轴,张力的测量轴与检测轮中心轴同轴连接,传感器基座通过张力传感器支架41与检测轮支架32固定连接。由此,细径线缆2中的张力对张力检测轮33所产生的压力,经过检测轮中心轴传递到张力的测量轴,并由张力传感器15检测。排线轮34的轮表面具有容纳细径线缆2的凹槽,轮中心固定安装有排线轮中心轴,排线轮中心轴通过第四轴承38活动安装于检测轮支架32上,排线轮34可相对于检测轮支架32转动。第一导向轮35的轮表面具有容纳细径线缆2的凹槽,轮中心固定安装有第一导向轮中心轴,第一导向轮中心轴通过第五轴承39活动安装于检测轮支架32上,第一导向轮35可相对于检测轮支架32转动。压线轮36的轮表面具有容纳细径线缆2的凹槽,轮中心固定安装有压线轮中心轴,一对压线轮36的压线轮中心轴通过第六轴承40活动安装于检测轮支架32上,压线轮36可相对于检测轮支架32转动。压线轮中心轴与第一导向轮中心轴垂直,一对压线轮36关于第一导向轮35的中心面对称。

[0042] 检测轮中心轴、排线轮中心轴、第一导向轮中心轴平行,张力检测轮33、排线轮34和第一导向轮35位于同一公垂面 $P_1$ 内,排线轮34和第一导向轮35的轴心位于同一公垂线 $L_1$ 上,张力检测轮33位于排线轮34和第一导向轮35之间,张力检测轮33相对于排线轮34和第一导向轮35具有相等的垂直距离 $d_v$ ,且相对于排线轮34和第一导向轮35的公垂线 $L_1$ 具有水平距离 $d_L$ 。

[0043] 排线轮34的下母线与绕线滚筒3的下母线位于同一水平面内。挡销37位于张力检测轮33、排线轮34、第一导向轮35的轮缘周围,且与轮表面容纳细径线缆2的凹槽相接触,限制细径线缆2从凹槽中滑出。细径线缆2沿垂直方向通过一对压线轮36进入第一导向轮35的凹槽中,再沿水平方向从排线轮34的凹槽中穿出,且细径线缆2在第一导向轮35与张力检测轮33之间部分的水平夹角等于其在排线轮34与张力检测轮33之间部分的水平夹角。

[0044] 如图5所示,张力保护装置6包括张力控制器、联轴器13、离合器42、离合器输入轴43、离合器输出轴44、第二主动链轮45。离合器42包括可结合或分离的部件A和部件B,部件A和部件B的连接状态由两者接触部位的实际扭矩与张力控制器设置的临界扭矩所决定。当接触部位的实际扭矩大于临界扭矩时,部件A和部件B相分离,两者具有相对转动。当接触部位的实际扭矩小于等于临界扭矩时,部件A和部件B相结合,两者保持相对静止。并且,决定部件A和部件B相结合或分离的临界扭矩可由张力控制器在线调节。离合器输入轴43一端与离合器42的部件A固定连接,另一端通过联轴器13与电机驱动装置8的输出轴固定连接,则电机驱动装置8的运动传递到离合器输入轴43。离合器输出轴44一端与离合器42的部件B固定连接,另一端上固定安装有第二主动链轮45。第二主动链轮45与第二传动链条25相啮合,与第二从动链轮23组成第二传动链12。当离合器42的部件A和部件B相结合时,电机驱动装置8经离合器输入轴43和离合器输出轴44带动第二传动链12同步运动。当离合器42的部件A和部件B相分离时,第二传动链12的运动与电机驱动装置8的运动无关联。

[0045] 如图6所示,出线导向装置7包括导向基座46、导向柱支架47、导向柱48。导向基座46开有中心孔 $O_1$ 。导向柱48包括导向轴和导向套,导向套可相对于导向轴转动。导向柱48的导向轴通过导向柱支架47固定安装于导向基座46。第一对导向柱48沿水平面 $x$ 轴方向安装,关于中心孔 $O_1$ 对称,该对导向柱48的间距等于细径线缆2的直径。第二对导向柱48沿水平面

y轴方向安装,关于中心孔 $O_1$ 对称,该对导向柱48的间距等于细径线缆2的直径。第一对导向柱48与第二对导向柱48分别位于高度不同的水平面。当细径线缆2穿过出线导向装置7时,第一对导向柱48与第二对导向柱48分别从水平面内的两个垂直方向限制细径线缆2的位置,保证其沿垂直于水平面的竖直方向穿出。

[0046] 如图1和图4所示,细径线缆2一端穿过绕线滚筒3的滚筒中心轴20内孔,与电能信号传输装置9固定连接。细径线缆2另一端分层按序缠绕在绕线滚筒3上,再沿绕线滚筒3的下母线以水平方向穿出,进入张力检测装置5的排线轮34凹槽,再从压线轮36的凹槽中穿出,进入出线导向装置7导向基座46中心孔 $O_1$ ,再从两对导向滚筒56的间隙中穿出,沿竖直方向向上与飞行移动机器人固定连接。

[0047] 如图7所示,控制装置的输入端与第一旋转编码器14电连接,检测排线螺母28的移动速度以及绕线滚筒3的转动速度。控制装置的输入端与张力传感器15电连接,检测细径线缆2中的拉力。控制装置的输入端与第二旋转编码器、扭矩传感器电连接,检测电机驱动装置8输出轴的旋转速度和扭矩。控制装置的输出端与电机驱动器电连接,控制电机驱动装置8输出轴的旋转速度和扭矩。控制装置的输出端与张力控制器电连接,控制离合器42结合或分离的临界扭矩。

[0048] 根据图7所示的控制系统组成原理,本发明线缆拉力自调节绞盘的控制方法包括:

[0049] (1) 通过张力检测装置实时检测收放过程中线缆的张力并反馈至控制装置,控制装置再通过驱动装置对绕线滚筒的转矩进行精确控制,从而自适应调节线缆拉力;

[0050] (2) 利用张力控制器调节离合器结合或分离的临界扭矩,当线缆拉力过大时离合器开始分离,从而通过机械保护方式保证线缆拉力不超过其断裂的极限值;

[0051] (3) 通过在绕线滚筒或排线装置的一端设置第一旋转编码器,实时检测绕线滚筒的转速、排线螺母的速度、线缆收放的速度并反馈至控制装置,控制装置再通过驱动装置对绕线滚筒的转速进行精确控制,使得绕线滚筒跟随高速移动物体的运动动作协调快速地收放线缆;

[0052] (4) 通过第二旋转编码器和扭矩传感器实时检测电机输出轴的转速和转矩,并反馈至控制装置,控制装置再通过电机驱动器对输出轴的转速和转矩进行精确控制,使得驱动装置产生收放线缆所需的绕线滚筒的转速和转矩;

[0053] (5) 通过比较分析第一旋转编码器和第二旋转编码器检测的绕线滚筒和电机输出轴的转速,可估计线缆收放的运动状态和张力的保护装置的状态,控制装置对电机驱动器和张力控制器进行协同控制,使得驱动装置经张力保护装置输出的转速和转矩既满足线缆跟随高速移动物体的运动需要,同时也保证线缆在随机动态拉力下不会发生断裂。

[0054] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下还可以做出若干改进,这些改进也应视为本发明的保护范围。

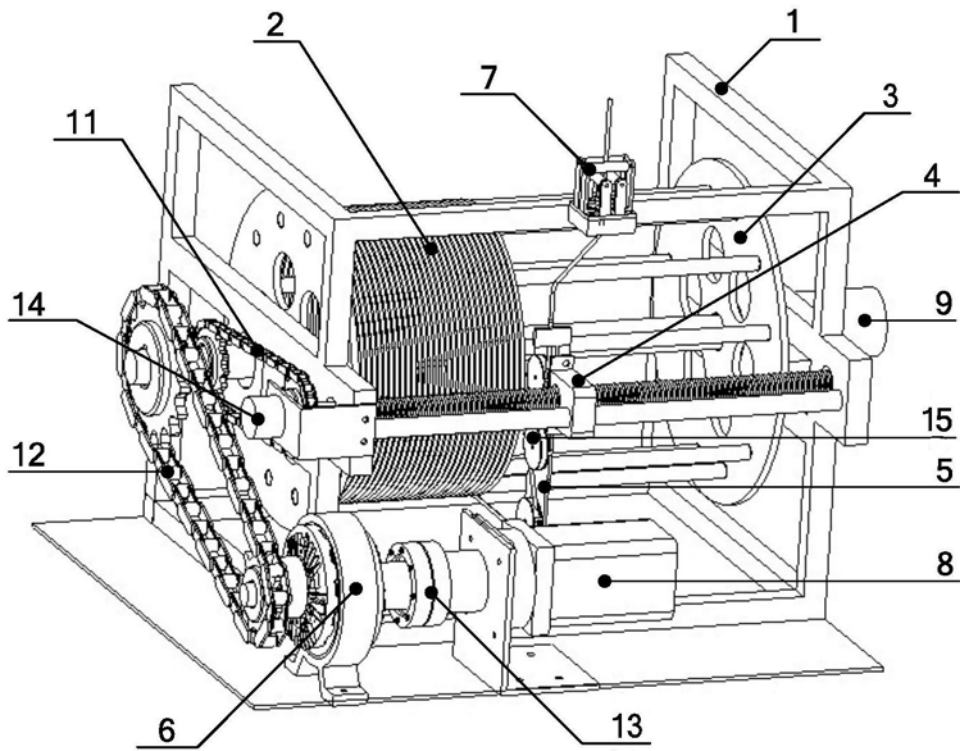


图1

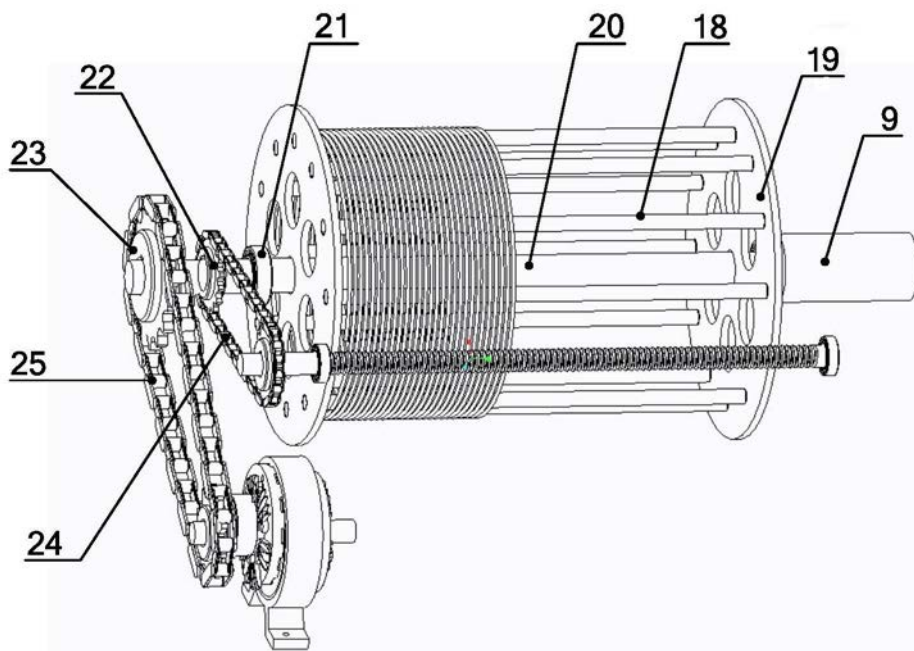


图2

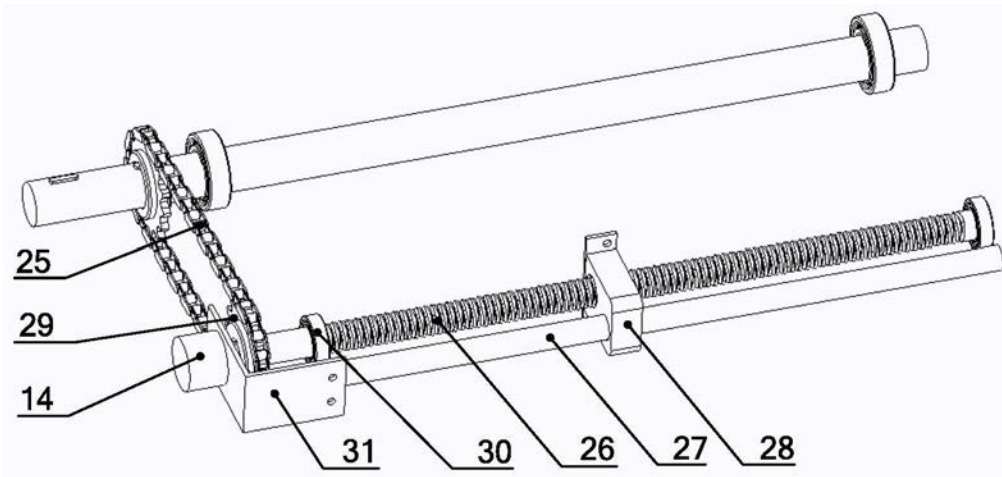


图3

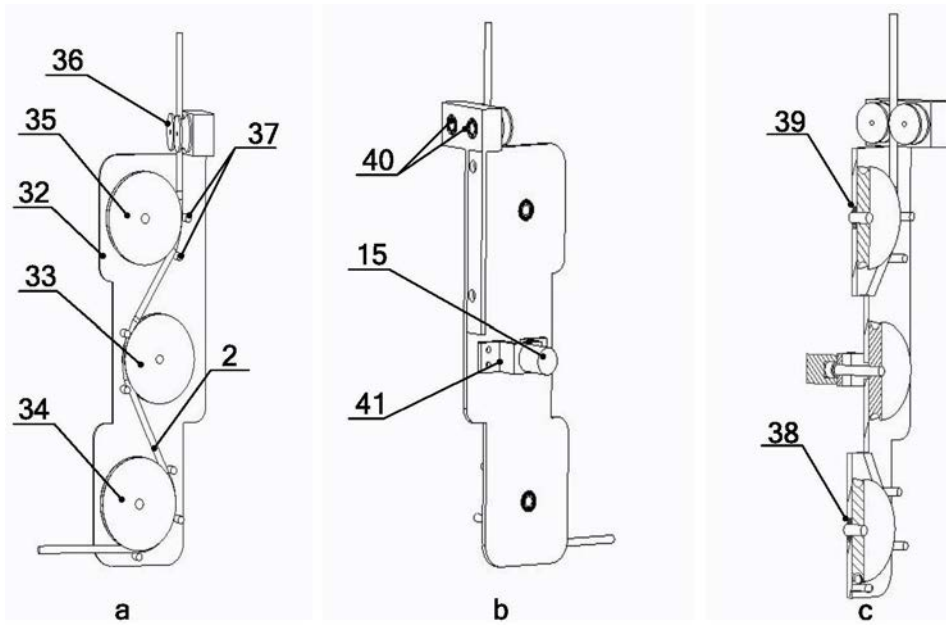


图4

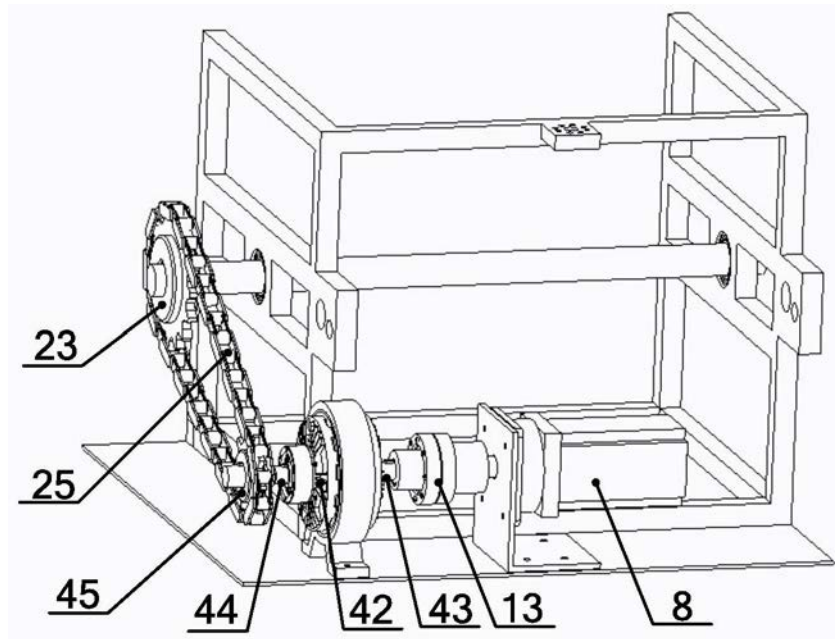


图5

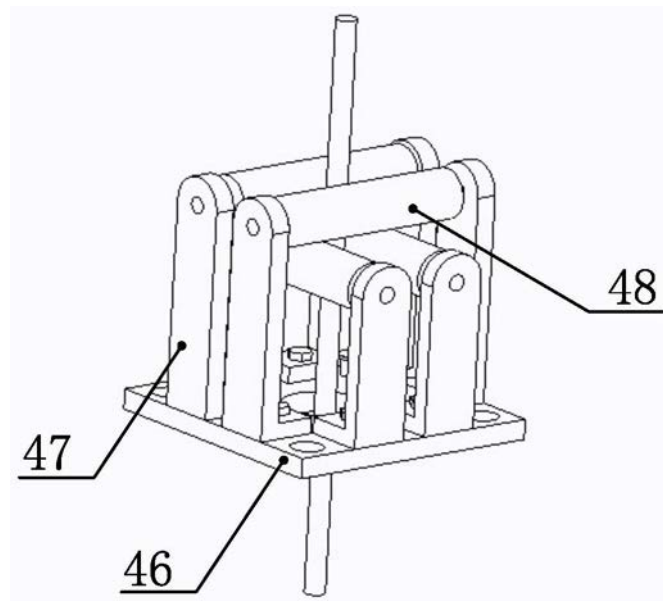


图6

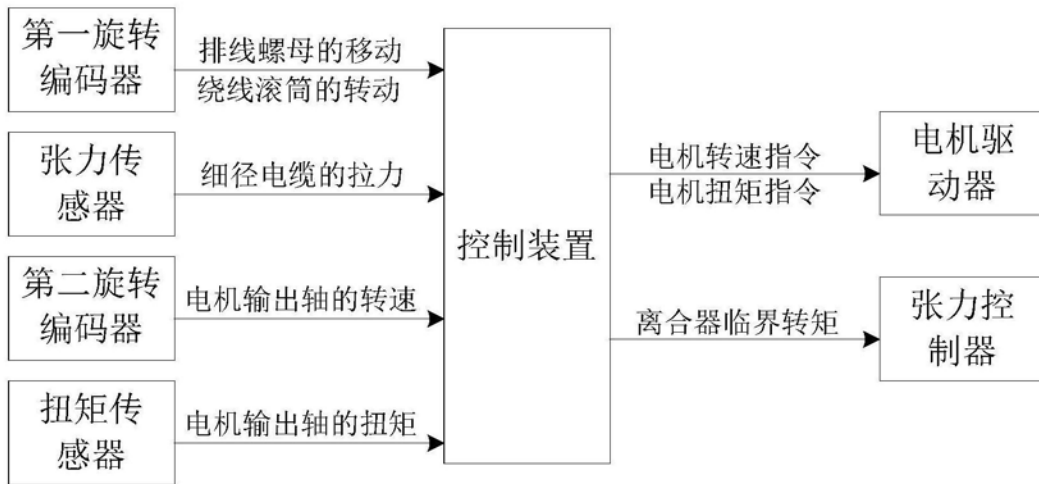


图7