



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109555014 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201811334207.7

(22)申请日 2018.11.09

(71)申请人 江苏法尔胜材料分析测试有限公司

地址 214445 江苏省无锡市江阴市石庄华  
特西路18号

(72)发明人 孙杰 孙文 朱飞 许科华

周一亮 丁家辉 姚腾 胡志刚

徐亚莉 曹荣庆

(74)专利代理机构 江阴市扬子专利代理事务所

(普通合伙) 32309

代理人 隋玲玲

(51) Int. Cl.

E01D 19/10(2006.01)

E01D 22/00(2006.01)

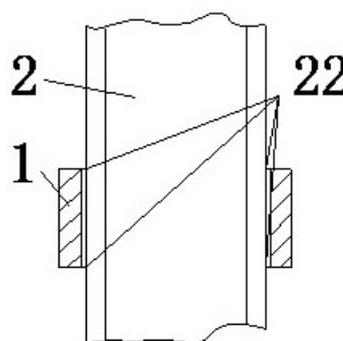
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

应用于爬索机器人的无损伤结构及其制作方法

(57)摘要

本发明涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构及其制作方法,它包括爬索机器人的施力元件;所述施力元件与缆索互相接触的表面为接触面,所述施力元件与缆索的接触面的相邻两个不与缆索接触的表面为不接触面;所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边且没有毛刺;所述施力元件与缆索的接触面的表面粗糙度不超过Ra3.2。本发明与缆索接触的施力元件表面采用无损伤结构,避免了对缆索的损害。



1. 一种应用于爬索机器人的无损伤结构,其特征在於:它包括爬索机器人的施力元件(1);所述施力元件(1)与缆索(2)互相接触的表面为接触面(3),所述施力元件(1)与缆索(2)的接触面(3)的相邻两个不与缆索接触的表面为不接触面(4);所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边且没有毛刺;

所述施力元件(1)与缆索(2)的接触面(3)的表面粗糙度不超过Ra3.2。

2. 根据权利要求1所述的应用于爬索机器人的无损伤结构,其特征在於:所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.2。

3. 根据权利要求1所述的应用于爬索机器人的无损伤结构,其特征在於:所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $68^{\circ}$ 。

4. 根据权利要求1所述的应用于爬索机器人的无损伤结构,其特征在於:所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角。

5. 根据权利要求1所述的应用于爬索机器人的无损伤结构,其特征在於:所述接触面(3)为柔性材料,所述柔性材料的邵氏硬度为65~80。

6. 根据权利要求5所述的应用于爬索机器人的无损伤结构,其特征在於:所述柔性材料从表面算起向里3毫米的范围内,不含尺寸大于0.3毫米的硬度大于HB120的颗粒;

所述柔性材料的表面没有最大表面尺寸大于1毫米、深度大于0.8毫米的凹坑。

7. 根据权利要求1所述的应用于爬索机器人的无损伤结构,其特征在於:所述接触面(3)为刚性材料,所述刚性材料的表面粗糙度不超过Ra0.8。

8. 根据权利要求1所述的应用于爬索机器人的无损伤结构,其特征在於:所述施力元件(1)的芯部和中部采用刚性材料,所述接触面(3)采用柔性材料。

9. 一种权利要求1所述的应用于爬索机器人的无损伤结构的使用方法,其特征在於,包括以下步骤:

S1、在爬索机器人的施力元件(1)和缆索接触的表面及接触面(3)采用柔性或刚性材料制作,所述施力元件(1)与缆索(2)的接触面(3)的表面粗糙度不超过Ra3.2;

S2、在所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边,在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦,保证有效的摩擦力,避免施力元件在缆索表面打滑;

所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.2;

所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $68^{\circ}$ ;

所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件(1)的接触面(3)和不接触面(4)的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角;

S3、彻底清除施力元件(1)与缆索的接触面(3)上的毛刺,排除了施力元件在缆索表面运动时割伤缆索表面的隐患。

10. 一种根据权利要求9所述的应用于爬索机器人的无损伤结构的使用方法,其特征在  
于,所述柔性材料的邵氏硬度为65~80;所述柔性材料从表面算起向里3毫米的范围内,不含  
尺寸大于0.3毫米的硬度大于HB120的颗粒;所述柔性材料的表面没有最大表面尺寸大于1  
毫米、深度大于0.8毫米的凹坑;所述刚性材料的表面粗糙度不超过Ra0.8。

## 应用于爬索机器人的无损伤结构及其制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及缆索维护机器人技术领域,尤其涉及一种应用于爬索机器人的无损伤结构及其制作方法。

### 背景技术

[0002] 缆索作为拉索在悬空场合广泛应用,可靠性非常重要。

[0003] 在日常生活中,缆索长时间暴露在空气中,受到风吹、日晒、雨淋和环境污染的侵蚀,会使得缆索的表面PE保护层出现硬化或破损的现象,继而引起内部钢丝束或钢绞线受到腐蚀,甚至可能会出现断丝的现象,另一方面,由于风振、雨振等原因,缆索内部的钢丝束产生摩擦,引起钢丝磨损,严重者也会发生断丝现象,严重危害人们的安全。随着这些桥梁服役时间的延长,对拉索、悬索等的检测需求也不断增加,对其表面保护层损伤的检测尤为重要,及时发现并维护,更有利于保护索内钢丝,增加索体使用寿命,维护大桥安全。随着桥梁建设的不断发展,新的大型斜拉索、悬索桥得到广泛的应用。而缆索作为该种桥梁的主要受力机构,其好坏直接决定着桥梁的使用寿命。缆索表面的聚乙烯(PE)保护层长期暴露在江、河、湖、海上面和山谷的空气中,会出现不同程度的老化硬化等破坏。同时由于江海面上风大、雨急,缆索会在风雨作用下产生风雨震,因此现在缆索表面PE层制作螺旋线或压花凹坑,或者二者结合使用来减少风雨震对缆索及桥梁的损害,并得到普遍的应用,这同时也给缆索检测带来新的问题。随着这些桥梁服役时间的延长,对拉索、悬索等的检测需求也不断增加,对其表面保护层损伤的检测尤为重要,及时发现并维护,更有利于保护索内钢丝,增加索体使用寿命,维护大桥安全。

[0004] 维护过程中,机器人滚轮与缆索之间的机械力,本身就会造成缆索损害的风险。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述不足,提供一种应用于爬索机器人的无损伤结构及其制作方法,智能地减轻维护作业对缆索的损害。

[0006] 本发明的目的是这样实现的:

一种应用于爬索机器人的无损伤结构,它包括爬索机器人的施力元件;所述施力元件与缆索互相接触的表面为接触面,所述施力元件与缆索的接触面的相邻两个不与缆索接触的表面为不接触面;所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边且没有毛刺;

所述施力元件与缆索的接触面的表面粗糙度不超过Ra3.2。

[0007] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构,所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.2。

[0008] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构,所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $68^\circ$ 。

[0009] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构,所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角。

[0010] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构,所述接触面为柔性材料,所述柔性材料的邵氏硬度为65~80。

[0011] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构,所述柔性材料从表面算起向里3毫米的范围内,不含尺寸大于0.3毫米的硬度大于HB120的颗粒;

所述柔性材料的表面没有最大表面尺寸大于1毫米、深度大于0.8毫米的凹坑。

[0012] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构,所述接触面为刚性材料,所述刚性材料的表面粗糙度不超过Ra0.8。

[0013] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构,所述施力元件的芯部和中部采用刚性材料,所述接触面采用柔性材料。

[0014] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构的使用方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、在爬索机器人的施力元件和缆索接触的表面及接触面采用柔性或刚性材料制作,所述施力元件与缆索的接触面的表面粗糙度不超过Ra3.2;

S2、在所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边,在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦,保证有效的摩擦力,避免施力元件在缆索表面打滑;

所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.2;

所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于68°;

所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件的接触面和不接触面的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角;

S3、彻底清除施力元件与缆索的接触面上的毛刺,排除了施力元件在缆索表面运动时割伤缆索表面的隐患。

[0015] 一种应用于爬索机器人的无损伤结构的使用方法,其特征在于,所述柔性材料的邵氏硬度为65~80;所述柔性材料从表面算起向里3毫米的范围内,不含尺寸大于0.3毫米的硬度大于HB120的颗粒;所述柔性材料的表面没有最大表面尺寸大于1毫米、深度大于0.8毫米的凹坑;所述刚性材料的表面粗糙度不超过Ra0.8。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

本发明消除维护工作中机器人在缆索表面上摩擦对缆索造成的损害,驱动装置不在缆索表面上攀爬,避免伤害缆索表面。因为缆索越陡,重力形成的阻力越大,需要抱紧装置与缆索表面的正压力越大,正压力至少作用在滚轮轴承上,增加滚轮轴承的阻力和发热,需要更大的动力,进而增大机器人重量需要更大的正压力;与缆索接触的施力元件表面采用无损伤结构,避免了对缆索的损害。

## 附图说明

[0017] 图1是本发明保留尖边去毛刺部位和施力元件表面相碰处的剖面示意图。

[0018] 其中:

施力元件1、缆索2、接触面3、不接触面4、保留尖边去毛刺的部位22。

## 具体实施方式

### [0019] 实施例1:

参见图1,本发明涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构,它包括爬索机器人的施力元件1。

[0020] 所述施力元件1与缆索2互相接触的表面为接触面3,所述施力元件1与缆索2的接触面3的相邻两个不与缆索接触的表面为不接触面4;

所述施力元件1与缆索2的接触面3的表面粗糙度不超过Ra3.2;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边且没有毛刺;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.2;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $68^{\circ}$ ;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角。

[0021] 通过保留尖边,在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦,保证有效的摩擦力,避免施力元件在缆索表面打滑;彻底清除施力元件上接触缆索的表面上的毛刺,排除了施力元件在缆索表面运动时,割伤缆索表面的隐患,消除机器人本身对缆索的损坏。产生有效的牛顿摩擦,回避库伦摩擦的避免能量损耗。

[0022] 所述接触面3为柔性材料,所述柔性材料的邵氏硬度(A型测量)为65~80,优选68~70;

所述柔性材料从表面算起向里3毫米的范围内,不含尺寸大于0.3毫米的硬度大于HB120的颗粒;

所述柔性材料的表面没有最大表面尺寸大于1毫米、深度大于0.8毫米的凹坑。

[0023] 本发明涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构的制作方法,包括以下步骤:

(1) 在爬索机器人的施力元件1和缆索接触的表面及接触面3采用柔性材料制作,所述施力元件1与缆索2的接触面3的表面粗糙度不超过Ra3.2;

所述柔性材料的邵氏硬度(A型测量)为65~80,优选68~70;

所述柔性材料从表面算起向里3毫米的范围内,不含尺寸大于0.3毫米的硬度大于HB120的颗粒;

所述柔性材料的表面没有最大表面尺寸大于1毫米、深度大于0.8毫米的凹坑;

(2) 在所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边,在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦,保证有效的摩擦力,避免施力元件在缆索表面打滑;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.2;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $68^{\circ}$ ;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为非对称；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角；

(3) 彻底清除施力元件1与缆索的接触面3上的毛刺，排除了施力元件在缆索表面运动时割伤缆索表面的隐患。

[0024] 实施例2：

参见图1，本发明涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构，它包括爬索机器人的施力元件1。

[0025] 所述施力元件1与缆索2互相接触的表面为接触面3，所述施力元件1与缆索2的接触面3的相邻两个不与缆索接触的表面为不接触面4；

所述施力元件1与缆索2的接触面3的表面粗糙度不超过Ra3.2；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边且没有毛刺；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.1；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $91^\circ$ ；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为非对称；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角。

[0026] 通过保留尖边，在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦，保证有效的摩擦力，避免施力元件在缆索表面打滑；彻底清除施力元件上接触缆索的表面上的毛刺，排除了施力元件在缆索表面运动时，割伤缆索表面的隐患，消除机器人本身对缆索的损坏。产生有效的牛顿摩擦，回避库伦摩擦的避免能量损耗。

[0027] 所述接触面3为刚性材料，所述刚性材料的表面粗糙度不超过Ra0.8；

所述刚性材料为耐蚀不锈钢。

[0028] 本实施例2涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构的制作方法，包括以下几个步骤：

(1) 在爬索机器人的施力元件1和缆索接触的表面及接触面3采用刚性材料制作，所述刚性材料的表面粗糙度不超过Ra0.8；

(2) 在所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边，在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦，保证有效的摩擦力，避免施力元件在缆索表面打滑；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.1；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $91^\circ$ ；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为非对称；

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角；

(3) 彻底清除施力元件1与缆索的接触面3上的毛刺，排除了施力元件在缆索表面运动

时割伤缆索表面的隐患。

[0029] 实施例3:

参见图1,本发明涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构,它包括爬索机器人的施力元件1。

[0030] 所述施力元件1与缆索2互相接触的表面为接触面3,所述施力元件1与缆索2的接触面3的相邻两个不与缆索接触的表面为不接触面4;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边且没有毛刺;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.05;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $120^{\circ}$ ;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角。

[0031] 通过保留尖边,在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦,保证有效的摩擦力,避免施力元件在缆索表面打滑;彻底清除施力元件上接触缆索的表面上的毛刺,排除了施力元件在缆索表面运动时,割伤缆索表面的隐患,消除机器人本身对缆索的损坏。产生有效的牛顿摩擦,回避库伦摩擦的避免能量损耗。

[0032] 所述施力元件1的芯部和中部采用刚性材料,接触面3采用柔性材料。

[0033] 本实施例3涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构的制作方法,包括以下几个步骤:

(1)在爬索机器人的施力元件1的芯部和中部采用刚性材料,接触面3采用柔性材料;所述施力元件1与缆索2的接触面3的表面粗糙度不超过Ra3.2;

(2)在所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边,在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦,保证有效的摩擦力,避免施力元件在缆索表面打滑;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.05;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于 $120^{\circ}$ ;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角;

(3)彻底清除施力元件1与缆索的接触面3上的毛刺,排除了施力元件在缆索表面运动时割伤缆索表面的隐患。

[0034] 实施例4:

参见图1,本发明涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构,它包括爬索机器人的施力元件1。

[0035] 所述施力元件1与缆索2互相接触的表面为接触面3,所述施力元件1与缆索2的接触面3的相邻两个不与缆索接触的表面为不接触面4;

所述施力元件1与缆索2的接触面3的表面粗糙度不超过Ra3.2;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边且没有毛刺;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.2;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于186°;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角。

[0036] 通过保留尖边,在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦,保证有效的摩擦力,避免施力元件在缆索表面打滑;彻底清除施力元件上接触缆索的表面上的毛刺,排除了施力元件在缆索表面运动时,割伤缆索表面的隐患,消除机器人本身对缆索的损坏。产生有效的牛顿摩擦,回避库伦摩擦的避免能量损耗。

[0037] 所述接触面3为柔性材料,所述柔性材料的邵氏硬度(A型测量)为65~80,优选68~70;

所述柔性材料从表面算起向里3毫米的范围内,不含尺寸大于0.3毫米的硬度大于HB120的颗粒;

所述柔性材料的表面没有最大表面尺寸大于1毫米、深度大于0.8毫米的凹坑。

[0038] 本发明涉及的一种应用于爬索机器人的无损伤结构的制作方法,包括以下步骤:

(1)在爬索机器人的施力元件1和缆索接触的表面及接触面3采用柔性材料制作,所述施力元件1与缆索2的接触面3的表面粗糙度不超过Ra3.2;

所述柔性材料的邵氏硬度(A型测量)为65~80,优选68~70;

所述柔性材料从表面算起向里3毫米的范围内,不含尺寸大于0.3毫米的硬度大于HB120的颗粒;

所述柔性材料的表面没有最大表面尺寸大于1毫米、深度大于0.8毫米的凹坑;

(2)在所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边,在施力元件与缆索表面建立较大的牛顿摩擦,保证有效的摩擦力,避免施力元件在缆索表面打滑;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为圆弧半径小于R0.2;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为两个表面的夹角不小于186°;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为非对称;

所述施力元件1的接触面3和不接触面4的相交处保留尖边的结构参数为进入角小于离开角;

(3)彻底清除施力元件1与缆索的接触面3上的毛刺,排除了施力元件在缆索表面运动时割伤缆索表面的隐患。

[0039] 以上仅是本发明的具体应用范例,对本发明的保护范围不构成任何限制。凡采用等同变换或者等效替换而形成的技术方案,均落在本发明权利保护范围之内。

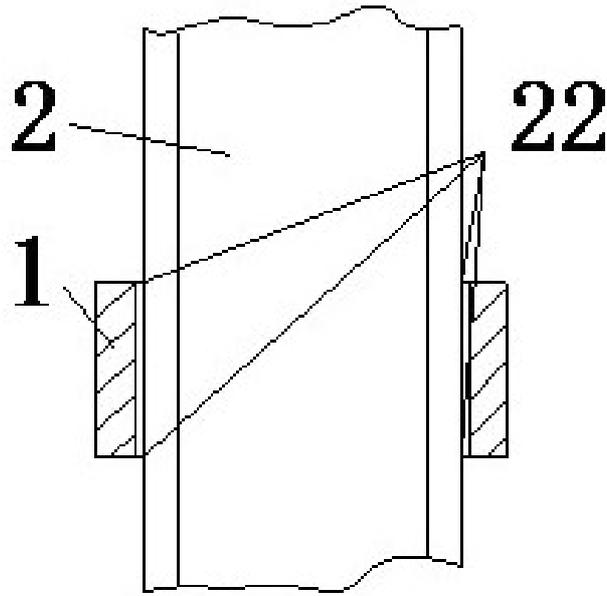


图1