

拦阻着舰环境下的拦阻索索力识别方法研究



王陶,黄丹羽,陈国平,何欢

南京航空航天大学 机械结构力学及控制国家重点实验室, 江苏 南京 210016

摘要:拦阻索的安全性是舰载机在航母上安全着舰的关键因素之一。针对舰载机拦阻着舰过程,提出了一种通过舰载机着舰拦阻过程中机体加速度求解拦阻索张力的方法。首先,根据舰载机拦阻钩挂索后的受载情况,确定拦阻索载荷的传力路径,实现拦阻索索力的间接识别。然后,通过考虑拦阻索的弯折波特性,对索力识别方法进行了改进和优化。最后,采用多体动力学软件MSC.ADAMS建立了离散拦阻索模型,对基于加速度的索力识别方法进行了分析和验证。分析结果显示,拦阻索索力识别的平均误差可以控制在5%以内。

关键词:舰载机;拦阻索;多体动力学;索力识别;弯折波

中图分类号:V222

文献标识码:A

DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2022.01.005

航空母舰是现代远洋舰队的核心,而舰载机则是航空母舰形成有效战斗力的关键因素^[1-3]。由于航空母舰甲板长度有限,舰载机通常需要借助拦阻系统进行着舰回收,而拦阻索是拦阻系统的关键部件。拦阻索的安全性不仅直接决定舰载机是否能安全着舰,也是保证航空母舰正常运行的核心要素之一。为保障舰载机的着舰安全性,需要及时发现拦阻索损伤特征并及时更换。因此,准确地确定拦阻索损伤情况对保证航母编队的战斗力具有非常重要的意义。

在桥梁领域,通过监测拉索索力来判断索结构的安全性已有大量成功应用案例,取得了良好的社会和经济效益^[4-7]。在桥梁索力识别问题中,拉索长度通常被认为是固定的,所以桥梁拉索可认为是一种定常系统,可以根据实测拉索的动响应数据,再结合拉索动力学模型来识别拉索的索力,从而判断拉索的力学状态。

与桥梁拉索不同,在舰载机拦阻系统的拦阻过程中,阻拦索载荷是由于舰载机拦阻钩的拖拽而产生的,所以需要监测索力的阻拦索并不是固定长度的绳索,而是会随着舰载机拦阻减速,不断从甲板下的拦阻系统中被抽出。这类时变系统模型与传统的桥梁拉索力学模型之间存在显著区

别。此外,舰载机拦阻钩在与拦阻索啮合时,拦阻索会受到很大的冲击作用,绳索在拦阻过程中并非始终保持轴线是平直的状态,而是由直线预紧状态变为三角形布局的应力传播状态,这会对索内张力造成较大影响^[8]。针对拦阻索这一特点,张新禹^[9]建立了考虑弯折波效应的拦阻索模型,开展了拦阻索应力波研究。Xu等^[10]通过将绳索离散为等长圆柱刚体,建立了绳索的多体动力学模型,开展了由于撞击产生的应力波的传播特性研究。罗青等^[11]建立了一种计及弯折波的拦阻系统模型。张萍等^[12]详细分析了弯折波的形成及传播过程,建立了一种离散弯折波构型的数学模型,对拦阻过程最优轨迹进行了分析。沈文厚等^[13-14]根据绝对节点坐标法建立了考虑弯折波效应的绳索动力学模型,研究了不同工况条件下的绳索应力变化规律。然而,目前在索力识别方面,国内外主要的研究对象为桥梁拉索,在舰载机拦阻过程中阻拦索索力识别方面,国内外还鲜有公开文献涉及。

针对舰载机着舰拦阻过程,本文提出一种基于舰载机加速度的拦阻索索力识别方法^[15]。首先,本文根据舰载机拦阻着舰过程的受载特点,建立了机体动力学方程,利用采集到的机体加速度数据并结合拦阻索传力路径完成阻拦索

收稿日期: 2021-08-26; 退修日期: 2021-10-15; 录用日期: 2021-11-16

引用格式: Wang Tao, Huang Danyu, Chen Guoping, et al. Research on identification method of arresting cable force for carrier based aircraft arresting landing[J]. Aeronautical Science & Technology, 2022, 33(01): 42-48. 王陶, 黄丹羽, 陈国平, 等. 拦阻着舰环境下的拦阻索索力识别方法研究[J]. 航空科学技术, 2022, 33(01): 42-48.

索力识别。然后,考虑绳索弯折波的影响,对基于加速度的索力识别方法进行了改进和优化。最后,通过一个二维平面拦阻过程数值算例对本文所提方法的有效性进行了说明。

1 拦阻索索力识别

1.1 舰载机着舰受力分析

考虑到舰载机对拦阻索,舰载机拦阻过程的受力情况如图1所示。在水平方向上,舰载机所受到的外载荷主要有地面摩擦力 f 、发动机提供的推力 P 和拦阻钩所受到的拦阻力 F_{LZ} ;在竖直方向上,舰载机所受到的外载荷主要有升力 L 、重力 mg 和地面对机体的支持力。此外,由于升降舵的作用,机身会受到俯仰力矩 M 。于是,机身动力学方程为:

$$\begin{cases} P - f - F_{LZx} - ma_x = 0 \\ L + F - mg - F_{LZy} - ma_y = 0 \\ \sum M = 0 \end{cases} \quad (1)$$

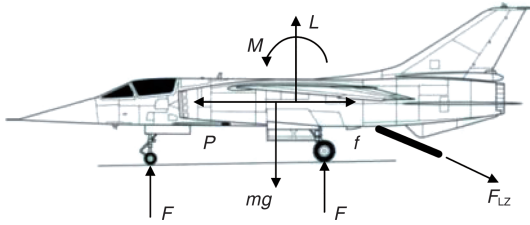


图1 舰载机拦阻着舰受力分析图

Fig.1 Force analysis of carrier based aircraft arresting landing

1.2 拦阻索索力

在舰载机拦阻着舰的过程中,拦阻索通过传递拦阻机构提供的拦阻力实现舰载机的拦停。在对拦阻索载荷进行研究时,若只关注拦阻索的传力路径,则可以将绳索简化为直线。假设拦阻钩撞击拦阻索后,拦阻索在运动过程中总是保持直线状态,则可以认为拦阻索内部张力的方向会一直由钩、索啮合点指向滑轮处。于是,舰载机在拦阻着舰过程中所受拦阻力 F_{LZ} 与拦阻索内部张力 T 之间的几何关系如图2所示。

在图2中, M 为舰载机尾钩与索之间的接触点; T_L 、 T_R 表示拦阻索在 M 点两侧的绳索内部张力; F_{LZ} 为拦阻索对机体的拦阻力; γ 为 F_{LZ} 与甲板之间的夹角; β_L 、 β_R 表示拦阻索在 M 点两侧的绳索相对于挂索前位置的夹角。 x_d 代表飞机飞行的方向。为了便于说明问题,提出如下假设:(1)假设拦阻索系统对称,且拦阻钩垂直钩住拦阻索中心位置;(2)

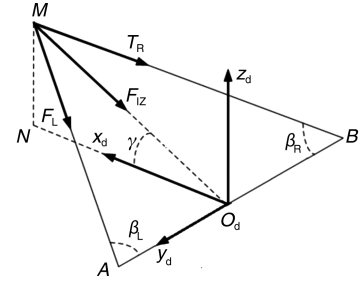


图2 拦阻索索力分析

Fig.2 Cable force analysis of arresting cable

假设在拦阻过程中拦阻索各处张力相等;(3)假设整个拦阻索采用同一种材质。

在甲板坐标系(O_d, x_d, y_d, z_d)下,舰载机在其飞行方向的位移可以表示为:

$$S_x = L_{MA} \sin \beta_L \cos \gamma = L_{MB} \sin \beta_R \cos \gamma \quad (2)$$

拦阻索两端的伸长量为:

$$S_{MA} = L_{MA} - L_{O_dA} = \sqrt{S_x^2 + L_{MN}^2 + L_{O_dA}^2} - L_{O_dA} \quad (3)$$

$$S_{MB} = L_{MB} - L_{O_dB} = \sqrt{S_x^2 + L_{MN}^2 + L_{O_dB}^2} - L_{O_dB} \quad (4)$$

则拦阻力与绳索索力之间存在的关系为:

$$F_{LZ} = T_L \frac{\sqrt{S_x^2 + S_z^2}}{S_{MA} + L_{O_dA}} + T_R \frac{\sqrt{S_x^2 + S_z^2}}{S_{MB} + L_{O_dB}} \quad (5)$$

式中: S_z 为飞机 z_d 方向的位移。

这里认为,对称拦阻的拦阻索与拦阻钩啮合点两侧的拦阻力相等,则:

$$T_L = T_R = F_{LZ} \frac{S_{MA} + L_{O_dA}}{2\sqrt{S_x^2 + S_z^2}} \quad (6)$$

通过输出舰载机碰触拦阻索后的实时加速度信息,再结合式(1)与式(6)可以求得拦阻索索力。

2 考虑弯折波的拦阻索索力识别

由于固定翼舰载机的着舰水平速度很大,当拦阻钩突然挂住拦阻索时,拦阻索会由于受到的巨大冲击作用而在其内部形成应力波,该应力波包括横波与纵波。拦阻索在应力波的作用下会发生弯折,弯折点通常会以一定的速度沿着绳索进行传播。根据绳索动力学理论^[11],可得应力波纵波的传播速度为:

$$c = \sqrt{\left(1 + \frac{\sigma_0}{E}\right) \frac{E}{\rho}} \quad (7)$$

式中: σ_0 为拦阻索初始应力; E 为绳索的弹性模量; ρ 为绳索密度。弯折波、应力与初速度之间的关系为:

$$\left(\frac{v_0}{c_0}\right)^2 = 2 \frac{\sigma - \sigma_0}{E} \sqrt{\frac{\sigma}{E}} \sqrt{1 + \frac{\sigma}{E}} - \left(\frac{\sigma - \sigma_0}{E}\right)^2 \quad (8)$$

$$\frac{\omega}{c_0} = \sqrt{\frac{\sigma}{E}} \sqrt{1 + \frac{\sigma}{E}} - \frac{\sigma - \sigma_0}{E} \quad (9)$$

式中: $c_0 = \sqrt{E/\rho_0}$ 为初始应力为0时的纵波波速, ρ_0 为应力为0时的绳索密度; v_0 为初速度; σ 为拦阻过程中绳索的应力; ω 为弯折波速度。当满足条件 $(\sigma - \sigma_0)/E \ll \sqrt{\sigma/E}$ 时, 根据简化公式有:

$$\left(\frac{v_0}{c_0}\right)^2 = 2 \frac{\sigma - \sigma_0}{E} \sqrt{\frac{\sigma}{E}} \quad (10)$$

则由式(10)可以求出:

$$\sigma = E \left[0.5^{2/3} \left(\frac{v_0}{c_0} \right)^{4/3} \right] \quad (11)$$

将式(11)代入式(9), 则可得到:

$$\omega = c \left(\sqrt{\frac{\sigma}{E}} - \frac{\sigma}{E} \right) = c_0 \left[\sqrt{0.5^{2/3} \left(\frac{v_0}{c_0} \right)^{4/3}} - 0.5^{2/3} \left(\frac{v_0}{c_0} \right)^{4/3} \right] \quad (12)$$

以二维平面内运动为例, 图3为考虑弯折波后的拦阻索构型。从图3可以看出, 从舰载机拦阻钩挂索开始, 弯折波会由挂索点向滑轮处传递, 该阶段为第一重弯折波, 因为此阶段舰载机运动距离较小, 所以对绳索张角的影响较为明显; 当弯折波传播到滑轮处会发生反射, 从而产生后续的第二、三重弯折波, 该阶段的弯折效应逐渐减弱, 并且随着舰载机运动位移的增大, 弯折波对绳索张角的影响迅速减小。因此, 可以用图2所示的直线构型的几何关系来等效这一阶段的拦阻索构型。对于第一重弯折波, 可以得到:

$$l_1 = \sqrt{OQ^2 + OP^2} = \int_{t_0}^t \omega dt \quad (13)$$

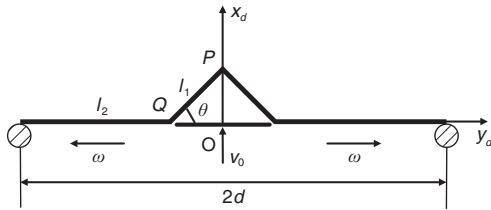


图3 拦阻索构型

Fig.3 Configuration of arresting cable

此时, 拦阻索索力 T_L, T_R 与舰载机拦阻力 F_{LZ} 之间的关系为:

$$T_L = T_R = F_{LZ} \frac{l_1}{2S_{x_d}} \quad (14)$$

通过式(14)结合式(1), 则可求得考虑拦阻索弯折波效应的拦阻索索力。

3 数值算例

3.1 模型简介

利用 MSC.ADAMS 进行拦阻索建模。首先, 将绳索分割为多段圆柱体, 每个圆柱体的长度为 ΔL , 拦阻索的几何及材料参数见表1。然后, 采用柔性连接单元(即六自由度弹簧-阻尼器)将相邻圆柱体进行连接, 如图4所示, 柔性连接单元的刚度和阻尼系数见表2。最后, 建立定滑轮以及地面支撑架, 并通过 Contact 定义拦阻索与它们之间的接触关系。最终的拦阻系统模型如图5所示。

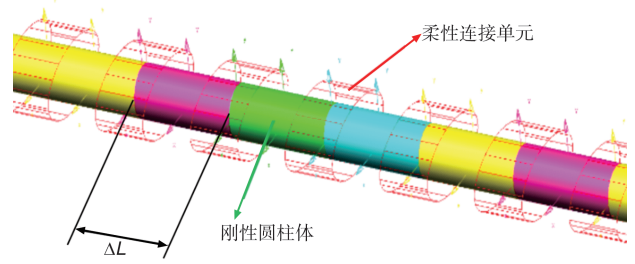


图4 拦阻索模型

Fig.4 Arresting cable model

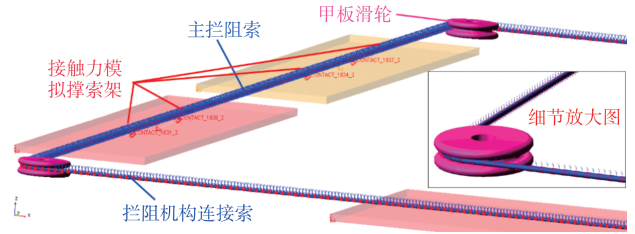


图5 拦阻系统模型

Fig.5 Arresting system model

为了说明问题方便, 本算例假设舰载机在拦阻着舰运动过程中拦阻钩与拦阻索挂点始终保持在拦阻索所在的平面内运动, 并且在拦阻钩挂索后拦阻钩与拦阻索之间不存在相对滑动的现象。所以, 在进行二维平面内的拦阻索动力学分析时, 可以将舰载机与拦阻钩作为一个整体部件进行刚性化建模。建模过程中需要保证其质量与初始条件与原舰载机模型相同, 拦阻钩部分保留其原有的几何构型, 通过接触属性定义其与拦阻索之间的碰撞作用, 实现对拦阻索的抽出和拖拽。等效舰载机模型的相关参数见表3。

3.2 拦阻索索力识别分析

通过仿真计算, 舰载机可以在3s左右完成整个拦阻过程。提取图4所示的离散拦阻索模型中的柔性连接单元轴向力等效替代索力值, 图6给出了拦阻索索力时域曲线, 该索力曲线可以作为后续索力识别的参考值。

基于离散绳索模型进行拦阻仿真, 图7~图9分别给出

表1 拦阻索属性

Table 1 Properties of cable

参数名称	符号	具体值
拦阻索直径/m	D	0.04
拦阻索密度/(kg/m ³)	ρ	7800
拦阻索跨度/m	d	30
单侧连接索长度/m	l	100
弹性模量/GPa	E	105
刚性圆柱体长度/m	ΔL	0.1
拦阻索轴向预应力/MPa	σ_0	15.915
拦阻索预张紧力/N	T_{pre}	20000

表2 柔性连接参数

Table 2 Properties of bushing element

方向	刚度系数	阻尼系数
剪切	$k_{11} = k_{22} = 4.3422 \times 10^8 \text{ N/m}$	$c_{11} = c_{22} = 5000 (\text{N} \cdot \text{s/m})$
拉伸	$k_{33} = 1.1289 \times 10^9 \text{ N/m}$	$c_{33} = 5000 (\text{N} \cdot \text{s/m})$
弯曲	$k_{44} = k_{55} = 2302.9 (\text{N} \cdot \text{m}/(^{\circ}))$	$c_{44} = c_{55} = 50 (\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}/(^{\circ}))$
扭转	$k_{66} = 1771.47 (\text{N} \cdot \text{m}/(^{\circ}))$	$c_{66} = 50 (\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}/(^{\circ}))$

表3 舰载机参数表

Table 3 Properties of carrier aircraft

参数	取值
机身质量/kg	24050
着陆速度/(m/s)	63.89

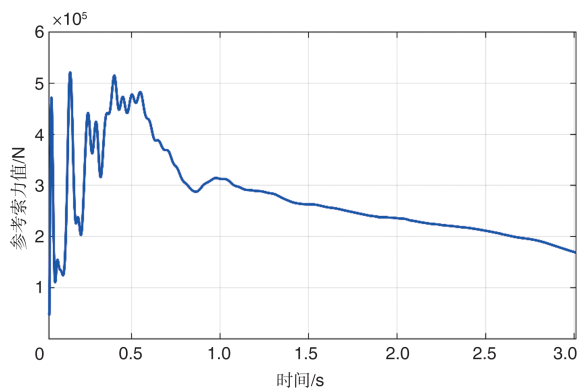


图6 拦阻索索力参考值

Fig.6 Arresting cable tension forces

了舰载机速度、位移以及加速度变化曲线。从图中可以看出,经2.6s左右,舰载机位移约为95m。

基于舰载机实时位置可以确定拦阻索张角随时间变化的曲线,如图10所示。利用本文提出的基于加速度的索力识别方法处理后,所得的拦阻索索力识别结果曲线与参考值之间的对比如图11所示。从图中可以看出,在拦阻的初期,尤其是拦阻钩碰撞拦阻索瞬间,通过加速度识别方法得到的索力与实测索力有较大误差。但在随后的拦阻过程

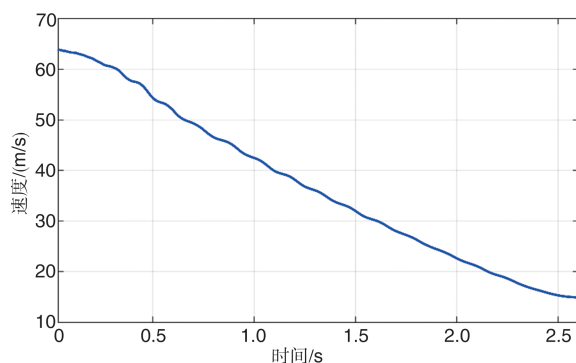


图7 舰载机速度变化曲线

Fig.7 Velocity signal of carrier aircraft

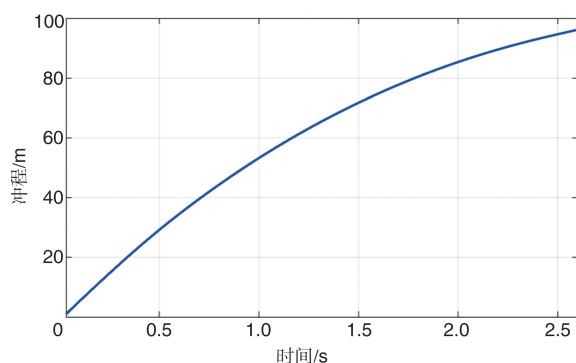


图8 舰载机位移变化曲线

Fig.8 Displacement signal of carrier aircraft

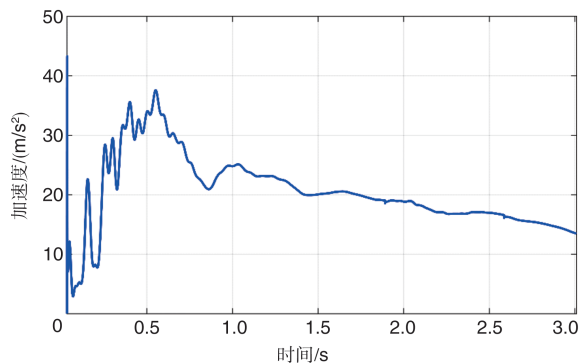


图9 舰载机加速度变化曲线

Fig.9 Acceleration signal of carrier aircraft

中,索力识别结果都可以与实测结果较好地符合。对索力识别结果分挂索早期与挂索中后期两个阶段进行误差分析,这两段时间历程上的最大误差与平均误差见表4。

图12为仿真分析得到的拦阻索不同阶段的变形情况。可见,在实际拦阻过程中,拦阻索无法保证挂点与滑轮间绳索满足直线构型的假设。由于拦阻钩的撞击,绳索产生弯折波效应对拦阻索挂点处的张角有较为明显的影响。从图

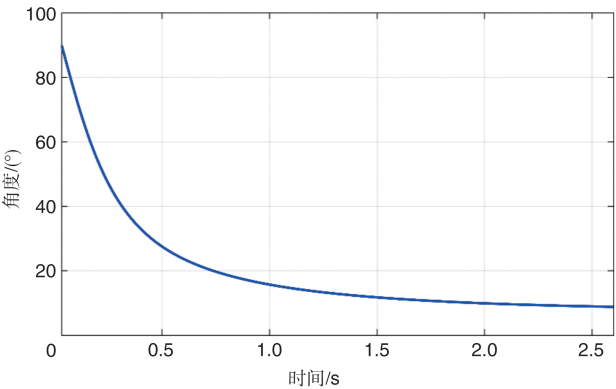


图 10 拦阻索张角变化曲线

Fig.10 Flare angle of arresting cable

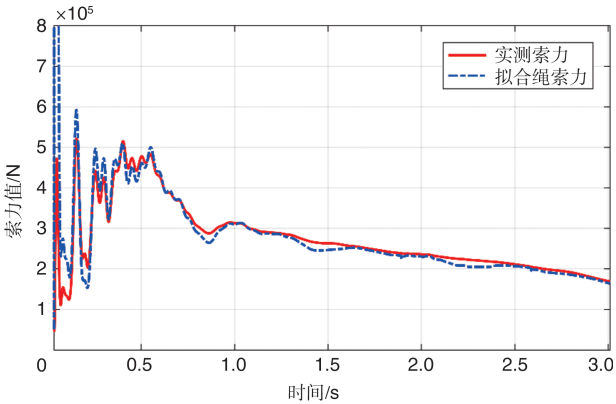


图 11 索力识别结果对比

Fig.11 Identified cable tension forces

表 4 各阶段索力识别误差情况

Table 4 Error of the cable tension forces

时间段/s	最大误差/N	平均误差/N	平均误差百分比/%
拦阻早期 0~0.5	123369.4	14169.3	7.84
拦阻中后期 0.5~3	23367.5	7232.5	3.02

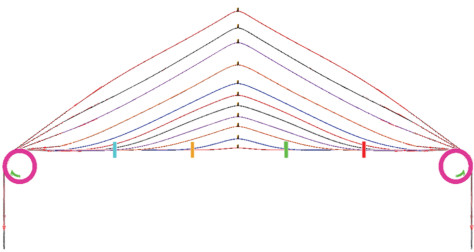


图 12 拦阻索的弯折特性

Fig.12 Bending characteristics of the arresting cable

12可以看出,这种弯折效应在拦阻初期的影响较大,两端绳索还保持原位置的直线状态时,钩与索的挂点已向前运动了一段距离,此种状态下,机体所受拦阻力与绳索内部张力

之间的夹角与绳索直线构型假设下的角度有明显不同。

因此,通过引入绳索弯折波特性重新对拦阻过程拦阻索索力进行识别。根据弯折波的波速与飞机位移可以重新构建考虑弯折波效应的绳索构型,从而得到更加精确的拦阻力与绳索内部张力之间的几何关系。

图 13 和图 14 分别为采用直线假设的拦阻过程绳索构型和考虑折波效应的拦阻过程绳索构型。对比修正前后的拦阻索几何构型可以看出,采用直线构型假设时,拦阻初期的绳索几何构型与实际情况有较大的差异,从而导致在求解拦阻力与绳索内部张力之间的夹角时会引入较大的误差。所以,考虑绳索弯折效应十分必要。在此基础上,对挂索初期索力进行进一步的优化识别,其识别结果如图 15 所示。

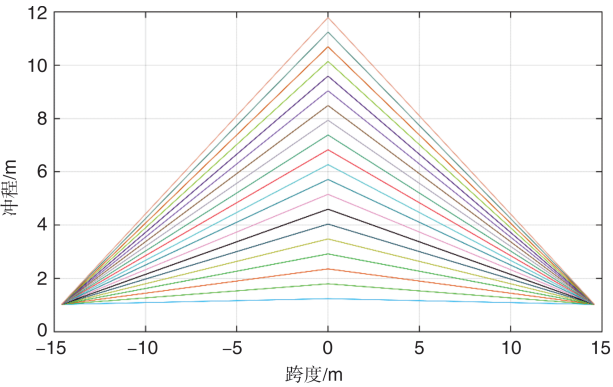


图 13 不考虑弯折波效应的各时刻绳索构型

Fig.13 Configuration of arresting cable without considering kink wave

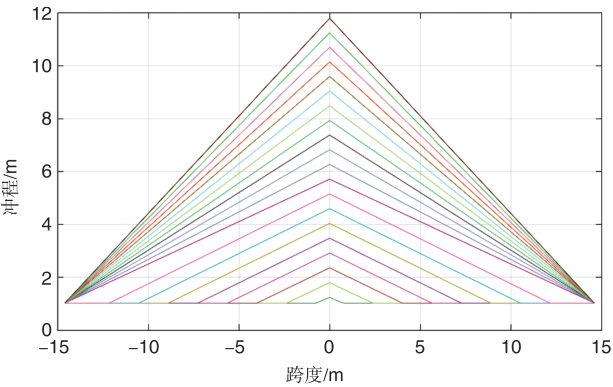


图 14 考虑弯折波效应的各时刻绳索构型

Fig.14 Configuration of arresting cable considering kink wave

从图 15 索力识别结果可以看出,拦阻钩撞击拦阻索初期的拦阻索张力识别的最大误差约为 80kN。将考虑弯折波效应前后拦阻过程中 0~0.5s 时间段的索力识别情况进行

对比,见表5,相比直线构型假设下的约124kN的最大误差,考虑弯折波效应后的识别方法的识别精度得到了显著提高,整个拦阻早期阶段的平均误差与误差百分比均大幅降低。

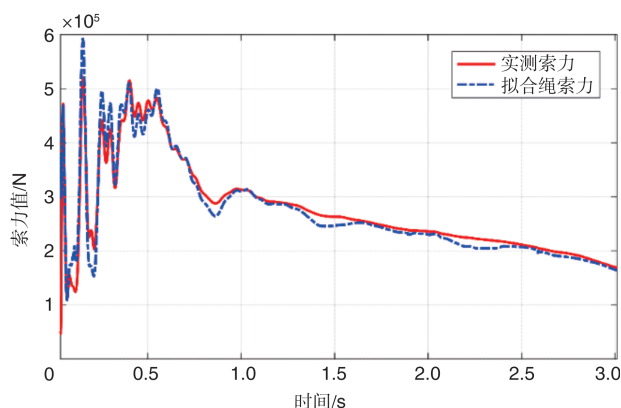


图15 改进后索力识别结果

Fig.15 Improved cable force identification results

表5 改进前后拦阻初期识别情况对比

Table 5 Comparison of identified cable tension forces at the initial stage before and after the improvement

识别方法	最大误差/N	平均误差/N	平均误差百分比/%
直线构型	123369.4	14169.3	7.84
弯折波效应构型	79694.6	7700.7	3.35

4 结论

针对拦阻工作状态下拦阻索索力难以直接测试的问题,本文提出了通过舰载机着舰拦阻过程中机体加速度求解拦阻索张力的方法,然后引入绳索弯折波效应的影响,对识别方法进行了改进和优化。主要结论如下。

(1) 通过监测机体加速度的方法可以有效识别拦阻索在舰载机拦阻着舰过程中沿轴向的索内张力。

(2) 通过考虑拦阻索弯折波效应,可以有效降低拦阻初期阶段的拦阻索索力识别误差。而拦阻中后期仍可保留啮合点与滑轮间绳索的直线假设。结果显示,该阶段的平均误差仍可控制在3%左右。

AST

参考文献

[1] 刘广,颜世伟,李海旭,等.国外航母航空保障技术发展现状[J].航空科学技术,2020,31(2): 1-11.
Liu Guang, Yan Shiwei, Li Haixu, et al. Aviation support technology development for foreign aircraft carrier[J].

Aeronautical Science & Technology, 2020, 31(2): 1-11. (in Chinese)

[2] 刘小川,王彬文,白春玉,等.航空结构冲击动力学技术的发展与展望[J].航空科学技术,2020,31(3): 1-14.

Liu Xiaochuan, Wang Binwen, Bai Chunyu, et al. Progress and prospect of aviation structure impact dynamics[J]. Aeronautical Science & Technology, 2020, 31(3): 1-14. (in Chinese)

[3] 董冬妮,危虹,蒋庆喜,等.美国海军舰载机通用型辅助动力系统的PBL分析及启示[J].航空科学技术,2020,31(12): 74-79.

Dong Dongni, Wei Hong, Jiang Qingxi, et al. Analysis and enlightenment of PBL for the APU installed in the US Navy's carrier based aircraft[J]. Aeronautical Science & Technology, 2020, 31(12): 74-79. (in Chinese)

[4] Yan B, Chen W, Yu J, et al. Mode shape-aided tension force estimation of cable with arbitrary boundary conditions[J]. Journal of Sound and Vibration, 2018, 440: 315-331.

[5] Huang P, Wang X, Wen Q, et al. Active control of stay cable vibration using a giant magnetostrictive actuator[J]. Journal of Aerospace Engineering, 2018, 31(5): 04018074.

[6] Xiong W, Kong B, Tang P, et al. Vibration-based identification for the presence of scouring of cable-stayed bridges[J]. Journal of Aerospace Engineering, 2018, 31(2): 04018007.

[7] Liu M, Zheng L, Zhou P, et al. Stability and dynamics analysis of in-plane parametric vibration of stay cables in a cable-stayed bridge with superlong spans subjected to axial excitation[J]. Journal of Aerospace Engineering, 2020, 33(1): 04019106.

[8] 宋旦锋,卢永锦.弹性钢索中纵波与弯折波的耦合作用研究[J].船舶工程,2017,39(1):64-67.

Song Danfeng, Lu Yongjin. Research on coupling of longitudinal wave and kink wave in the elastic cable[J]. Ship Engineering, 2017, 39(1):64-67. (in Chinese)

[9] 张新禹.阻拦索的动力学特性分析及仿真研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2011.

Zhang Xinyu. Dynamic analysis and simulation of arresting cable[D]. Harbin: Harbin Engineering University, 2011. (in Chinese)

[10] Xu B, Dong P, Zhang J, et al. A three dimensional approach

- to model steel wire ropes used in high energy absorber apparatus[J]. *International Journal of Solids & Structures*, 2014, 51(25-26): 4280-4293.
- [11] 罗青, 冯蕴雯, 冯元生. 基于弯折波的舰载机拦阻着舰动力学分析及仿真研究[J]. *机械强度*, 2009, 31(4):543-547.
Luo Qing, Feng Yunwen, Feng Yuansheng. Dynamic analysis and simulation of carrier aircraft arrested deck-landing based on kink-wave[J]. *Journal of Mechanical Strength*, 2009, 31(4): 543-547. (in Chinese)
- [12] 张萍, 金栋平. 计及弯折波的舰载机拦阻过程控制[J]. *航空学报*, 2011, 32(11): 2008-2015.
Zhang Ping, Jin Dongping. Control of arresting process for carrier aircraft considering kink-wave[J]. *Acta Aeronautica et Astronautica Sinica*, 2011, 32(11):2008-2015. (in Chinese)
- [13] 沈文厚, 丁祥, 郭叔伟. 拦阻索应力的仿真研究[J]. *科学技术与工程*, 2015(14): 224-229.
Shen Wenhou, Ding Xiang, Guo Shuwei. Stress simulation of the purchase cable[J]. *Science Technology and Engineering*, 2015(14): 224-229. (in Chinese)
- [14] 沈文厚, 赵治华, 任革学, 等. 拦阻索冲击的多体动力学仿真研究[J]. *振动与冲击*, 2015, 34(5):73-77.
Shen Wenhou, Zhao Zhihua, Ren Gexue, et al. Multi-body dynamic simulation of impact on cross deck pendant[J]. *Journal of Vibration and Shock*, 2015, 34(5): 73-77. (in Chinese)
- [15] 黄丹羽. 舰载机拦阻过程拦阻索分析与索力识别方法研究[D]. 南京:南京航空航天大学, 2020.
Huang Danyu. Research on arresting cable and cable force identification under arresting condition[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2020. (in Chinese)

Research on Identification Method of Arresting Cable Force for Carrier Based Aircraft Arresting Landing

Wang Tao, Huang Danyu, Chen Guoping, He Huan

State Key Laboratory of Mechanics and Control of Mechanical Structures, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China

Abstract: The safety of arresting cable is one of the key factors for carrier based aircraft's safe landing on aircraft carrier. Aiming at the arresting and landing process of carrier based aircraft, a cable force identification method based on acceleration of carrier aircraft is proposed. Firstly, according to the dynamic relationship between the carrier aircraft and the arresting cable, the transmission path of arresting cable load is determined to realize the indirect identification of arresting cable force. Then, the cable force identification method is improved by considering the kink wave characteristics of the arresting cable. Finally, a discrete arresting cable model is established by using multi-body dynamics software MSC. ADAMS, and the acceleration based cable force identification method is analyzed and verified. The results show that the average error of arresting cable force identification can be controlled within 5%.

Key Words: carrier aircraft; arresting cable; multi-body dynamics; identification of the cable force; kink wave