

钢丝编织机杠杆式摩擦锭子的设计与分析

曹传剑¹, 曹爱霞², 吕晓东^{3*}, 法元梅¹, 宋 慧¹

(1. 青岛黄海学院 机电工程学院, 山东 青岛 266427; 2. 青岛黄海学院 交通学院, 山东 青岛 266427; 3. 山东科技大学 机械电子工程学院, 山东 青岛 266590)

摘要: 在传统摩擦式锭子的基础上, 对钢丝编织机锭子制动方式进行改进, 扩大了张力的调节范围。通过精简钢丝编织机锭子结构, 扩大了锭子容量, 延长了钢丝编织机连续作业的时间, 可提高钢丝编织胶管的产量。同时利用有限元分析软件ANSYS对改进后的钢丝编织机锭子支架进行有限元分析, 检验了其可靠性。

关键词: 胶管; 钢丝编织机; 摩擦; 锭子; 张力; 有限元分析

中图分类号: TH12; TQ336.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2016)05-0308-04

随着科技的发展, 重型工程机械被广泛应用于矿山和建筑等行业。起重机和液压支架等工程机械多采用液压系统进行驱动, 其显著特点是载质量大。钢丝编织胶管作为液压系统输送液压油的主要通道, 被广泛应用于工程机械中。由于工程机械的应用条件通常比较恶劣, 对液压系统的压力要求较高, 因此对钢丝编织胶管的耐压性能要求也很高^[1]。钢丝编织机锭子在钢丝编织过程中的功能为调节张力和放线。钢丝编织机锭子张力调节的稳定性关系到钢丝编织层的质量。钢丝编织机锭子的容量关系到钢丝编织机连续作业时间的长短, 进而影响钢丝编织胶管的产量。容量大且放线稳定是钢丝编织机锭子的发展趋势。

本工作设计一种杠杆式摩擦锭子, 并运用有限元分析软件对该结构进行强度分析。

1 结构设计

1.1 结构设计方案

根据制动方式不同, 钢丝编织机锭子主要分为棘爪式和摩擦式两类。

棘爪式锭子的工作原理是棘轮与棘爪结合制动, 线梭停止放线, 拉动钢丝, 张力变大, 提拉滑块上升, 滑块压缩滑块杆上的弹簧以增加钢丝的张

力, 当滑块上升到一定高度, 钢丝的张力达到所需的控制值时, 滑块便会触碰该位置的拉杆, 使其向上提拉棘爪, 使棘轮与棘爪脱离开放线, 如此通过滑块不断升降实现钢丝张力的控制。该结构的缺点在于棘轮与棘爪的制动方式为硬性制动, 放线方式为间歇式放线, 容易断线, 张力调节不够稳定, 并且锭子所承受的冲击载荷比较大, 导致锭子使用寿命较短^[2-3]。传统摩擦式锭子的提拉装置与棘爪式锭子的原理相同, 唯一不同的是制动装置采用摩擦片^[4]。相比棘轮与棘爪制动, 摩擦片制动属于柔性制动, 而非完全制动, 可以根据张力的的大小调节放线的速度, 放线连续, 稳定性好。此外, 摩擦锭子与棘爪锭子底座的肋板由于长期与钢丝编织机轨道盘进行滑动摩擦, 磨损非常严重。

综合两种锭子的优缺点, 在保留摩擦锭子优点的基础上, 对钢丝编织机锭子的提拉机构进行改进, 精简该装置, 使其占用空间更小, 扩大锭子线梭的空间, 进而达到提高锭子容量的目的。将底座肋板的滑动摩擦转变为滚动摩擦, 降低其磨损程度^[5]。

1.2 工作原理

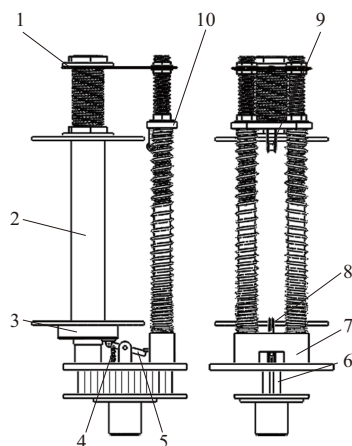
为了增大锭子的容量, 将提拉装置改为杠杆装置, 如图1所示。

由杠杆装置替代拉杆控制摩擦离合器。通过调节滑块杆上弹簧压片10的位置来压缩弹簧, 达到设定初始调节张力的目的。线梭2上的钢丝先绕过弹簧压片10上的小车9, 再向下绕过滑块7上

基金项目: 山东省自然科学基金资助项目 (ZR2011EEM014)

作者简介: 曹传剑 (1984—), 男, 山东潍坊人, 青岛黄海学院讲师, 硕士, 主要从事机械工程的研究。

*通信联系人



1—顶端固定板;2—线梭;3—摩擦离合器;4—弹簧;5—杠杆;
6—滚子;7—滑块;8,9—小车;10—弹簧压片。

图1 锭子结构示意图

的小车8,然后向上分别穿过弹簧压片10和顶端固定板1中间的线咀,最终出线。经过两级绕线和两级线咀,出线更加稳定。顶端固定板1使锭子结构更加稳定可靠。当钢丝线的张力大于初始弹簧压力时,滑块7上提,杠杆5右端失去压力,在弹簧4的作用下杠杆5右端上移,左端下移并与小型滑块相连,摩擦离合器3的下摩擦片安装板上设有小型滑块跑道。杠杆5左端下移带动下摩擦片下移,与上摩擦片脱离,线梭加快放线,从而导致钢丝张力减小。相反,当钢丝线的张力小于初始弹簧压力时,滑块7在弹簧的作用下下压杠杆5右端,杠杆5左端抬起,上下摩擦片结合,完成制动,线梭减慢放线,钢丝张力增大。为减小钢丝编织机锭子与轨道盘间的摩擦和碰撞,在钢丝编织机锭子底座的肋板上加设滚子6,将滑动摩擦转变为滚动摩擦。

2 有限元分析

钢丝编织机锭子支架部分主要由3个细长的杆件组成,承担了钢丝传动过来的大部分作用力,因此,对钢丝编织机锭子支架进行有限元分析,检验该设计是否满足实际生产需要。

有限元模型的建立主要包括建立几何模型、定义材料属性、划分网格、施加载荷和约束4个部分。

采用SolidWorks和ANSYS软件建立几何模型,可以实现无缝连接,保证模型的完整性和计算准确。

在划分网格之前需要制定分析对象的特征,设置单元类型、几何参数、材料属性和单元形成时所处的坐标系系统^[6]。钢丝编织机锭子支架为铸钢材料,定义的材料属性为:杨氏模量 180 GPa;泊松比 0.3;密度 $7.85 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。网格划分的质量直接决定计算结果和计算时间,划分过细会增加网格的数量,从而增加计算机运算量;网格太少会导致计算精度低。网格划分的方法有自由网格划分、映射网格划分以及扫略生成体网格划分3种方法。钢丝编织机锭子支架结构简单,采用对单元形状无限制、无特定规则的自由网格划分方法。网格划分结果如图2所示。



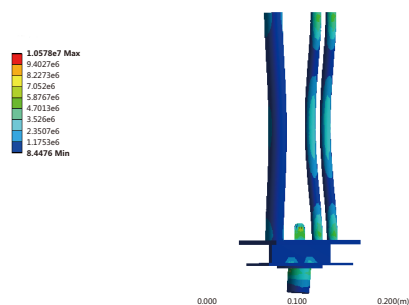
图2 钢丝编织机锭子支架网格模型

钢丝编织机锭子的张力约为100 N,在完全制动的情况下钢丝线将对线车施加100 N的力,为了保证生产的安全性,在施加载荷时按极限值进行计算。因此,在线梭支柱上施加一个大小为100 N、沿X轴负方向的力。两个拉杆上钢丝线的放线方向发生变化,因此,施加一个沿着Z轴正方向的100 N的力。杠杆支架起控制张力的作用,其受力大小为张力调节的最大值100 N,方向沿着Y轴正方向。底座短轴受到的拨齿轮的作用力约为200 N,方向为X轴正向。钢丝编织机锭子支架顶端靠连接板连接,相对运动较小,因此对顶端的3个圆柱底面施加固定约束。船型块的上下面夹持着轨道盘,无法在Z轴方向上运动,因此对上下底面施加Z轴方向的约束。船型块肋板被轨道盘夹持,只能在X和Z轴方向运动,因此对肋板侧面施加Y轴方向的约束。

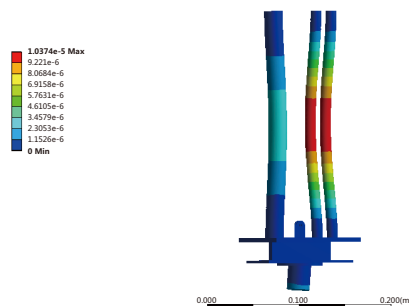
3 结果分析

3.1 静力学结果分析

通过ANSYS分析得到钢丝编织机铰子支架应力与位移的分布,如图3所示。通过图3可以看出最大应力为9.4 MPa,位于杠杆座的销轴孔处,滑块杆上的最大应力为3.5 MPa。钢丝编织机铰子支架采用铸钢制造,铸钢的许用应力为360 MPa,远远大于铰子支架所受应力的最大值。最大位移为 0.92×10^{-4} mm,位于两个滑块杆的中间位置。而计算要求位移精度为0.5 mm,远远大于铰子支架上位移的最大值。通过对位移和应力分析得知,钢丝编织机铰子支架均能达到生产要求。



(a) 应力

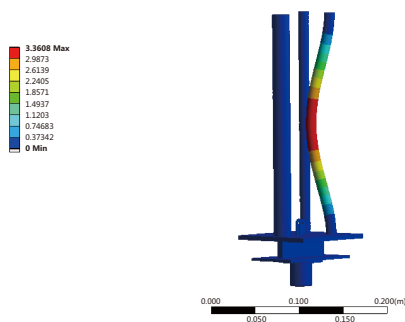


(b) 位移

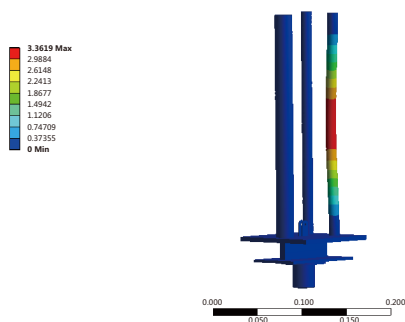
图3 铰子支架应力和位移分布

3.2 模态结果分析

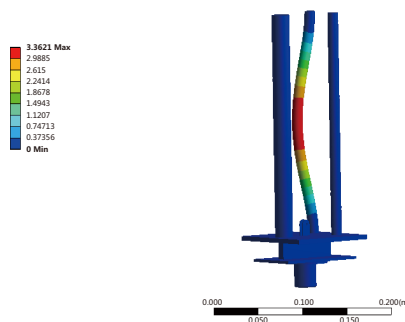
由于钢丝编织机工作时振动比较剧烈,因此需要对钢丝编织机铰子进行模态分析,防止共振现象产生。钢丝编织机振动幅度大,频率相对较低,正常运转时的振动频率为500 Hz,因此在进行模态分析时取前4阶模态进行分析,固有频率分别为846.55, 846.85, 847.08和847.39 Hz,分析结果如图4所示。由图4可以看出,第1阶模型变形最为明显,但第1阶固有频率远远大于钢丝编织机正常运转时的振动频率,因此不会发生共振。



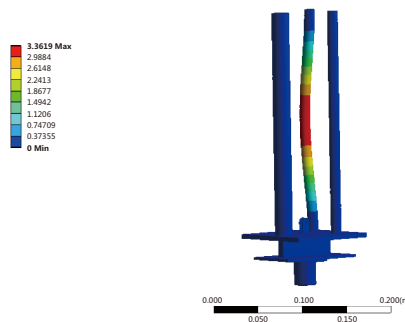
(a) 频率为846.55 Hz



(b) 频率为846.85 Hz



(c) 频率为847.08 Hz



(d) 频率为847.39 Hz

图4 前4阶模态分析结果

4 结语

通过对传统钢丝编织机铰子的结构及工作原

理进行研究,针对其在实际生产中存在的断线、张力调节范围小、不稳定和锭子座磨损严重等缺陷,对钢丝编织机锭子的结构进行改进,进而达到高效、高质生产钢丝编织胶管的目的。将有限元分析法运用到钢丝编织机锭子结构设计中,能有效检测钢丝编织机锭子的可靠性,节约设计成本。

参考文献:

- [1] 范仁德. 胶管生产技术现状与发展趋势[J]. 橡胶工业, 1994, 41 (8): 494-498.
- [2] 黄涛, 陈跃平, 李文福. 国内外钢丝编织机锭子机理剖析[J]. 橡胶技术与装备, 1990 (1): 34-43.
- [3] 冯耀材. 胶管生产中常见质量问题及改进措施[J]. 橡胶工业, 1995, 42 (9): 564-569.
- [4] 李荣林. 钢丝编织摩擦锭子的设计[J]. 沈阳化工, 1990 (3): 17-21.
- [5] 杨顺根. 我国橡胶机械新发展[J]. 橡胶工业, 1999, 46 (2): 47-52.
- [6] 柳光涛. 数控转塔冲床自动上下料系统设计与分析[D]. 青岛: 山东科技大学, 2013.

第8届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

Design and Analysis of Lever Type Friction Spindle for Steel Wire Braiding Machine

CAO Chuanjian¹, CAO Aixia¹, LYU Xiaodong², FA Yuanmei¹, SONG Hui¹

(1. Qingdao Huanghai University, Qingdao 266427, China; 2. Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China)

Abstract: The spindle brake mechanism for steel wire braiding machine was improved based on traditional friction spindle. The range of tension adjustment was expanded and the capacity of spindle was expanded by simplifying the structure of spindle. As a result, the operating time of steel wire braiding machine was extended and the production of steel wire braided hose was improved. In addition, the reliability of modified spindle bracket was analyzed by finite element analysis using ANSYS.

Key words: rubber hose; steel wire braiding machine; friction; spindle; tension; finite element analysis

嵌段共聚物和嵌段共聚物组合物和硫化橡胶及其应用和制备嵌段共聚物的方法

中图分类号: TQ334.9 文献标志码: D

由中国石油化工股份有限公司和中国石油化工股份有限公司北京化工研究院申请的专利(公开号 CN 104558456A, 公开日期 2015-04-29)

“嵌段共聚物和嵌段共聚物组合物和硫化橡胶及其应用和制备嵌段共聚物的方法”, 提供了一种嵌段共聚物的制备方法。该嵌段共聚物中的结构单元按PB₁-SB-PB₂的方式连接, PB₁和PB₂段为由共轭二烯烃形成的嵌段, SB段为由共轭二烯烃和单乙烯基芳烃形成的无规共聚段, 以嵌段共聚物的总量为基准, PB₁段、SB段和PB₂段中作为侧基的乙烯基质量分数分别为0.020~0.065, 0.09~0.55和0.010~0.035。该嵌段共聚物, 特别是苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物形成的材料在更宽的温度范围内具有较好的阻尼性能, 同时具有较好的力学性能。

(本刊编辑部 赵 敏)

一种抗焦烧性能优异的羧酸型丙烯酸酯橡胶原料配制

中图分类号: TQ333.97 文献标志码: D

由山东美晨科技股份有限公司申请的专利(公开号 CN 104558999A, 公开日期 2015-04-29)“一种抗焦烧性能优异的羧酸型丙烯酸酯橡胶原料配制”, 涉及的羧酸型丙烯酸酯橡胶配方为: 丙烯酸酯橡胶(牌号PA-526) 100, 炭黑N330 35, 炭黑N774 50, 防老剂MBPA 2, 流动助剂WS180 2, 增塑剂TP759 5, 硫化剂CLP5250 1.8~3, 促进剂ACT55 1~2。该羧酸型丙烯酸酯橡胶特点为: (1) 胶料的焦烧时间 t_5 在15 min以上; (2) 硫化胶符合HG/T 2196—2004对丙烯酸酯橡胶压缩永久变形的要求(25%/175℃×22 h条件下不大于50%); (3) 胶料工艺性能和贮存稳定性好。通过使用硫化剂CLP5250, 该橡胶具有非常优异的焦烧性能, 避免了挤出过程中的熟胶问题, 减少了浪费, 适合生产性能优异的挤出产品。

(本刊编辑部 赵 敏)