

斜撑超越离合器楔合过程力学仿真

何锦涛 刘志辉

邵阳学院 湖南邵阳 422000

摘要: 基于Adams强大的动力学仿真性能,对斜撑式超越离合器楔合过程进行了力学仿真,模拟实际情况来添加负载、接触与约束。仿真结果得出,单个楔块一次楔合过程所受法向压力峰值最大值超过了60000N。同一离合器内不同楔块楔合过程受力截然不同,达到平稳值的大小也不尽相同。当驱动环转速以及阻尼增大时,接触应力的峰值也都增大,而且驱动环转速大小可以影响到达峰值的时间,阻尼的大小可以影响到达峰值的斜率。

关键词: 斜撑超越离合器; Adams; 楔合过程; 力学特性

Mechanical simulation of wedging process of skew stay overrunning clutch

Jintao He, Zhihui Liu

Shaoyang University, Shaoyang, Hunan, 422000

Abstract: Based on the powerful dynamic simulation performance of Adams, the mechanics' simulation of the wedging process of the slant stay overrunning clutch is carried out, and the actual situation is simulated to add load, contact, and constraint. The simulation results show that the maximum normal pressure of a single wedge during the single wedge process exceeds 6000N. Different wedges in the same clutch have different forces during the wedging process, and the size of the stable value is not the same. When the driving ring speed and damping increase, the peak value of the contact stress also increases. In addition, the speed of the driving ring can affect the time to reach the peak, and the damping can affect the slope to reach the peak.

Keywords: Diagonal brace overrunning clutch; Adams; Wedging process; Mechanical property

引言:

斜撑超越离合器是一种可以单向传递转矩的机械传动元件,在离合器传递扭矩过程中,压力以及摩擦力等各种不同力使得离合器的动力学问题非常复杂且不易观测,而运转过程中各种力对于斜撑超越离合器的磨损、疲劳寿命以及失效等都具有直接的影响,故应用动力学仿真软件来仿真研究离合器的动态问题就十分有必要,

但以往对于斜撑离合器力学仿真较多的是对于整体而言,较少涉及对离合器不同楔块运转时力的仿真研究。

近年来,关于斜撑式超越离合器的动力学仿真研究也越来越受重视。李可夫等基于LS—DYNA对斜撑式超越离合器楔合过程进行接触分析,根据结果进行动态测试实验。朱楚等对高速斜撑超越离合器进行了详细的结构设计及计算,对楔合工况下的接触特性进行了仿真,并开发了设计与计算软件。姜宏艳等基于CSK30超越离合器为原型设计了渐开线型面斜撑式超越离合器,并对其接触特性进行了仿真分析。罗浩等建立了不同楔块型面的离合器模型,从接触应力及楔块相对位移两方面分析了离合器楔合性能。以往此类研究涉及了离合器的设计、计算以及整体动态仿真,在离合器整体仿真背景下针对于不同楔块的力学特性分型研究较少。

本文基于Adams动力学仿真软件,设置仿真参数和约束条件,得出斜撑超越离合器楔合过程不同楔块接触

项目基金: 本文系湖南省高校研究生科研创新资助项目,项目编号: CX20211273,项目名称: 湖南省研究生科研创新项目资助。

作者简介:

何锦涛(1997.1—),男,汉族,江西上饶人,硕士研究生,研究方向:机械,通讯邮箱:3174157704@qq.com;刘志辉(1997.1—),男,汉族,湖南邵阳人,博士研究生,研究方向:机械,通讯邮箱:154135060@qq.com。

力学特性曲线。并在保持其他参数不变的情况下,改变驱动环转速和阻尼的大小,得出不同楔块力学特性曲线的变化。对得到的仿真数据加以分析,可进一步的展开离合器传递扭矩时接触界面产生磨损以及疲劳失效等机理的分析。

一、工作原理

斜撑超越离合器主要由斜撑块也称楔块,内外环,保持架以及弹簧波带组成,其结构原理图如下图1所示。楔块与内外环接触面均为偏心圆弧面,弹簧波带的作用是提供弹簧紧张力,使得楔块能在内外环间保持稳定接触,保证接触状态间的切换。当驱动环向楔合方向转动时,摩擦力会使得楔块发生顺时针的细微偏转,楔块便可紧紧的楔在内外环之间,以此带动从动环,实现转矩的传递。反之,驱动环转动方向和楔合方向相反时,此时楔块无法在内外环间支撑,无法传递扭矩,离合器进入超越状态。

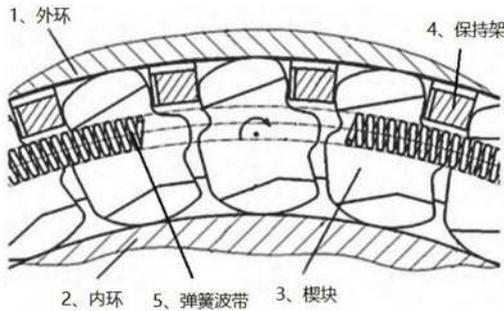


图1 斜撑超越离合器结构原理图

二、仿真设置

将斜撑超越离合器的内环、外环、保持架以及楔块分别从三维建模软件Solidworks中保存为x_t文件并保存在一个文件夹中,保存三维模型文件时需保存其装配层次关系,模型中的主要参数如下表1所示。

表1 斜撑超越离合器模型主要参数

参数名称	参数值	参数名称	参数值
外环内半径/mm	45.61	楔块外半径/mm	4.9
外环外半径/mm	54.00	内外环宽度/mm	19.36
内环内半径/mm	31.17	楔块宽度/mm	14.03
内环外半径/mm	36.11	楔块长度/mm	9.60
楔块内半径/mm	5.38	楔块数目/个	11

在Adams中新建数据库并选择无重力环境,按照装配层次依次导入斜撑超越离合器的内外环、楔块以及保持架,由于软件会根据不同楔块的导入顺序自动生成标注序号,导入完模型后,在Adams中将各个零件选择材料为钢,将离合器内外环以及保持架设置转动副,仿真时将内环设置为驱动环,外环设置为从动环。内环设置驱动大小设置为 $8000^\circ/s$,方向设置为离合器楔合的转

动方向。将内外环以及保持架与楔块设置为摩擦接触,接触参数的设置如下表2所示。

表2 接触参数设置

接触参数及参数值			
刚度	3.34×10^5	静摩擦系数	0.15
力指数	1.5	动摩擦系数	0.08
阻尼	334	静平移速度	100
穿透深度	0.01	摩擦平移速度	200

由于仿真模型没有设计使用弹簧波带,固在每个楔块的质心添加 $80N \cdot mm$ 大小的力矩来模拟弹簧的张紧力矩,设置正负号便可以更改力矩方向,并给从动环即外环施加大小为 $30000N \cdot mm$ 的力矩来模拟外接的负载载荷。添加完约束与接触后整体仿真模型如下图2所示。由于离合器契合的瞬间用时非常少,经过多次仿真实验后,将仿真时间设置为 $0.002s$ 更便于查看分析仿真结果数据。在仿真设置中将仿真步数设置为2000步,开始仿真。

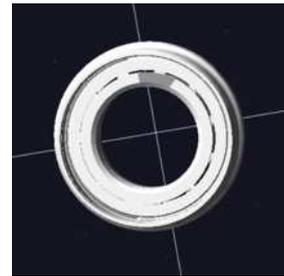


图2 斜撑超越离合器仿真模型

三、仿真结果及分析

3.1 楔块与内外环接触应力分析

仿真结束后,结果选项点开中处理后,将作为驱动环的内环与每个楔块的接触力在y轴上的分量汇集在一个曲线图表上并使用不同的线标注,由于接触力在软件中是以楔块质心为中心建立的x轴、y轴和z轴分量形式表现出来的,且坐标系在设置添加材料时,软件在楔块上自动生成,所以不同楔块y轴正方向各不相同,部分楔块坐标y轴正方向垂直接触面指向圆内,部分指向圆外,x轴同理。方向不同并不影响力数值大小,只在曲线图上有正负之分。

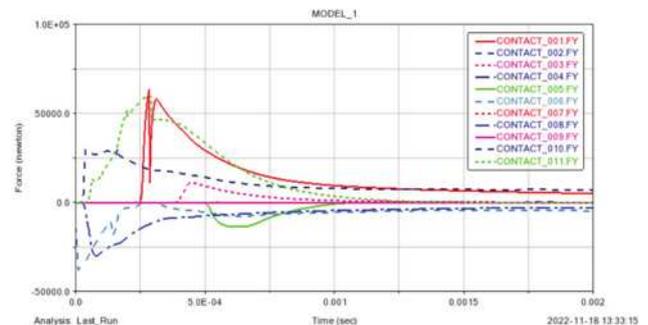


图3 楔块所受压力

图3为11个楔块受内环带动下法向压力的大小随时间变化的曲线图,从仿真结果图中可看出,不同的楔块在运转时所受到的压力各不相同,这与理论上各个楔块受力均匀的假设截然不同。当内环受驱动到离合器达到楔合时,只经过大约0.001s的时间,且楔合的过程,法向压力峰值的最大值超过60000N。当楔合后达到平稳时,楔块所受内环压力也趋向平稳。与冲击瞬间相比,楔块在平稳时压力小很多甚至部分楔块压力接近于零。离合器内外环间楔块的法向压力的大小至关重要,离合器的磨损、疲劳与失效都与法向压力的大小息息相关。

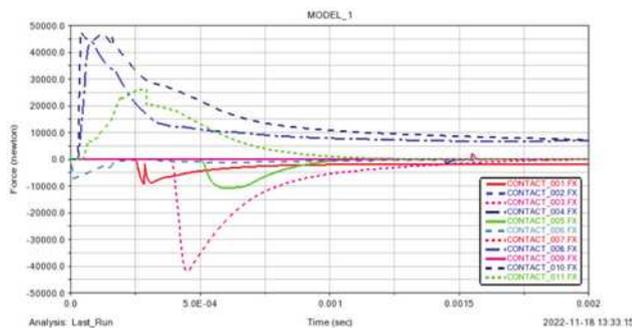


图4 楔块所受圆周力

图4为11个楔块在内环带动下所受圆周力的大小随时间变化的曲线图,从曲线图中可以看出,圆周力的最大峰值超过了45000N,圆周力和压力都是在短暂达到峰值之后趋于平稳值。圆周力的作用会使得楔块在内外环间产生微动,对保持架产生挤压,这是导致离合器产生磨损的原因。楔块传递给外环的圆周力大小与内环传递给楔块的大小是相同的,只是存在方向上的不同。

3.2 不同因素对接触应力的影响

3.2.1 驱动环转速对接触应力的影响

在其他条件不变的情况下,为探究驱动环的转速大小对超越离合器楔合时力学特性的影响,将驱动环转速的大小改为 $6000^\circ/s$,仿真后得到如下图示曲线。

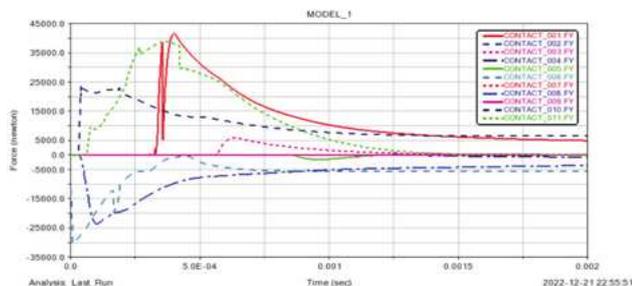


图5 楔块所受压力

图5为当驱动环以 $6000^\circ/s$ 转动时楔块受内环法向压力大小随时间变化的曲线,与图5中内环转速为 $8000^\circ/s$ 的红实线的曲线图对比,可以看出,驱动环的转速越大楔块受到的压力的峰值也越大,且转速越大峰

值出现的时间也越早。固离合器在相同的境况下,输入的转速越快,更大的接触力会使得离合器更容易损坏。

3.2.2 阻尼对接触应力的影响

改变接触参数中阻尼数值大小,将阻尼值增大为668,其他参数不变,仿真后得到如下图示曲线。

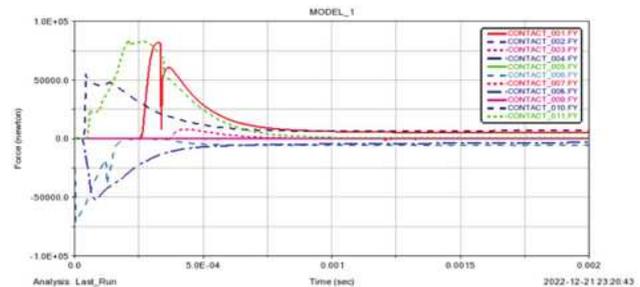


图6 楔块所受压力

图6为增大阻尼后楔块受到内环法向压力随时间变化的曲线,与图5中的红实线曲线图对比可得出,阻尼增大后,楔块受到的压力的峰值也增大了,峰值甚至超过了80000N,而且法向压力从零到达峰值的用时也因为斜率的降低而增加了,可见阻尼对于离合器楔合过程的影响也较为明显。

四、结论

本文通过Adams对斜撑超越离合器模型进行楔合过程力学仿真后,可得出以下结论:离合器楔块与驱动环楔合瞬间接触力巨大,且不同的楔块此过程受到的冲击力的大小完全不同。离合器楔合后,接触应力会下降至平稳值,部分楔块接触力的平稳值接近于零。在其他参数都相同的情况下,驱动环的转速越大楔块与驱动环的法向压力的峰值也越大,且峰值出现的时间也更早;阻尼增大后,楔块与驱动环法向压力的峰值同样也增大,且从零到达峰值的用时也因为斜率的降低而增加了,但平稳值都基本稳定不变。

参考文献:

- [1]朱楚.高速斜撑超越离合器设计方法研究[D].南京航空航天大学,2012.
- [2]姜宏艳.渐开线型面楔块超越离合器接触特性仿真分析[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2022.
- [3]罗浩.楔块式单向离合器楔块工作型面设计及动态仿真[D].江苏大学,2018.
- [4]李可夫.斜撑式超越离合器楔合过程接触分析及动态测试[D].哈尔滨工业大学,2015.
- [5]王哲.斜撑离合器楔合行为优化方法的研究[D].南京航空航天大学,2020.
- [6]盖小涛.高速超越离合器楔合性能研究[D].哈尔滨工业大学,2014.