

自动同步离合器棘轮棘爪碰撞问题的讨论

宋成军¹, 魏君波¹, 龚立新², 霍肇波¹

(1. 哈尔滨·第七 三研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036; 2 洛阳 北方易初摩托车有限公司, 河南 洛阳 471031)

摘 要: 利用 ADAMS 动力学分析软件建立了自动同步离合器棘轮棘爪机构的动力学仿真模型, 对棘轮棘爪碰撞棘合进行动力学分析, 同时在理论上也进行了讨论。

关 键 词: 棘轮棘爪机构; 碰撞力; 自动同步离合器; 差动角速度

中图分类号: TH133.4 文献标识码: A

1 前 言

在自动同步离合器中, 棘轮棘爪机构是一个十分关键、十分敏感且易损坏的部件, 棘轮棘爪机构能

2 自动同步离合器

图 1 是功率 3 990 kW、转速 1 450 r/min 的船用自动同步离合器。它是一种机械式单向超越自动同步离合器。它主要有输入组件、输出组件、中间滑移件和高低速度棘轮棘爪机构构成。

3 棘轮棘爪机构模型的建立

图 2 是在 ADAMS 中建立棘轮棘爪机构的流程图。

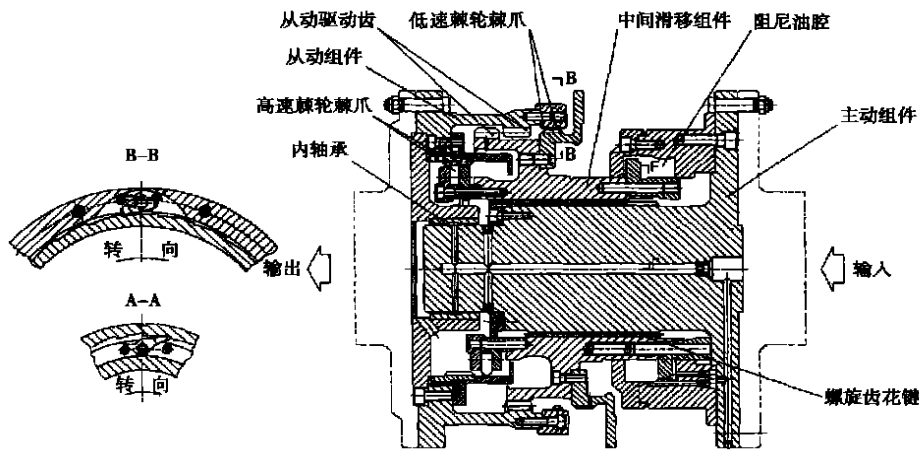


图 1 自动同步离合器

否正常工作, 直接关系到自动同步离合器能否顺利实现啮合、脱开, 从而成功实现联合动力装置(CODOG)的动力切换。因此, 有必要对棘轮棘爪机构进行动力学分析。本文作者利用 ADAMS (Automatic Dynamic analysis mechanical system) 动力学分析软件建立了棘轮棘爪机构的模型, 对棘轮棘爪棘合过程进行动力学分析。

3.1 模型的简化

由于棘轮棘爪机构十分复杂, 对棘轮棘爪做了必要的简化。

零件中无关紧要的结构, 如小的倒角等予以简化。

在建立模型的过程中, 棘轮齿的型线均用直线代替, 并且只画出对应位置上的一对棘齿; 而且棘爪只用位于同一平面内的不规则体代替。

用薄圆柱体代替棘轮, 用空心薄圆柱体代替棘爪

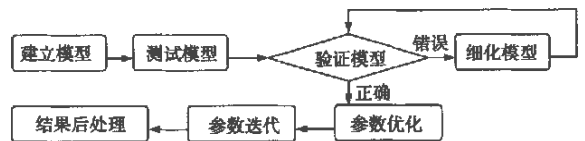


图 2 棘轮棘爪机构模型建立流程图

收稿日期: 2001-09-20; 修订日期: 2002-09-24

作者简介: 宋成军(1971-), 男, 山东成武人, 哈尔滨·第七 三研究所硕士。

持环。

模型图示的棘爪与棘轮齿的相对位置为棘合最大位置。

3.2 坐标的选取

在建立多体模型时,坐标系的选取对建立模型的力学方程的难易程度有着很大的影响。因此,在建立模型时,主要从建立模型的方便性考虑,本文采用笛卡尔直角坐标系。

3.3 棘轮棘爪机构模型的建立过程

在ADAMS的View模块中,利用其实体建模工具,分别作出棘轮、棘爪、棘爪持环及销的实体模型,在棘轮与大地(ground)、棘爪持环与大地(ground)、棘爪与销之间、销与棘爪持环之间分别加转动约束副(revolution),在棘轮与大地(ground)、棘爪持环与大地(ground)加运动副(motion),在棘爪与棘轮齿之间定义碰撞力(contact)。模型如图3所示

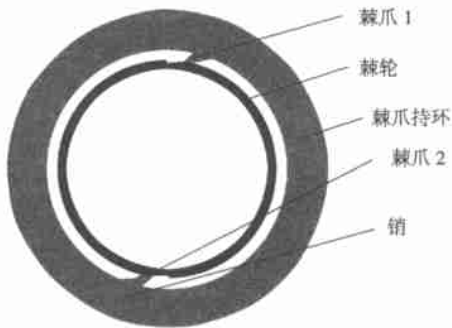


图3 棘轮棘爪机械模型图

4 仿真

处于脱开状态的离合器,输入组件静止或以低于输出组件的转速旋转,此时棘轮与棘爪处于准备棘合状态。如果此时输入组件加速,只要其角加速度大于输出组件的角加速度,离合器的输入组件、输出组件的转速会逐渐接近。当其达到同步并趋于超越时,棘爪有两种可能的棘合位置,一种是棘爪头部刚抬起,正好处于与棘轮齿发生棘合的位置而与之无撞击棘合;另一种可能棘爪头部虽然抬起,但在不在预定位置,棘爪要相对棘轮向前转过一个角度 $\Delta\varphi$,以高于棘轮的角速度与之碰撞棘合,此时为撞击棘合。本文讨论撞击棘合。

4.1 不同差动角速度下棘轮棘爪间碰撞力

分别设定棘轮棘爪持环之间的差动角速度为5.24 rad/s、6.98 rad/s、8.73 rad/s,求得不同差动角速

度条件下棘爪1、棘爪2碰撞力的曲线如图4和图5所示。

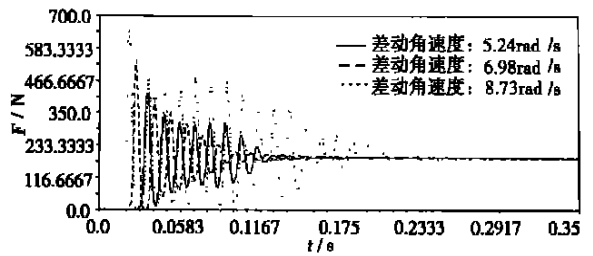


图4 不同差动角速度下棘爪1碰撞力

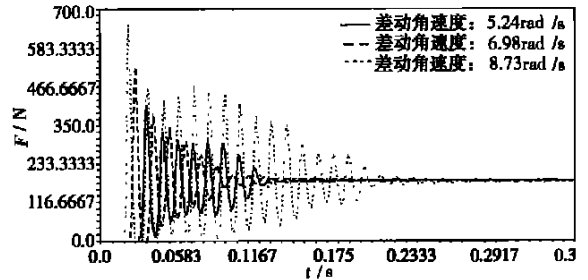


图5 不同差动角速度下棘爪2碰撞力

从图4~图5可以清楚地看出:差动角速度为5.24 rad/s时,前0.027 s内,碰撞力为0,在0.034 s时,碰撞力第一次达到峰值,为409.94 N,在差动角速度为6.98 rad/s时,前0.02 s内碰撞力为0,在第0.026 s时,碰撞力第一次达到峰值,为526.08 N;差动角速度为8.73 rad/s时,前0.016 s内碰撞力为0,在第0.021 s时,碰撞力第一次达到峰值,为657.938 N。

4.2 同一差动角速度下棘轮棘爪间碰撞力、棘爪角速度、角加速度

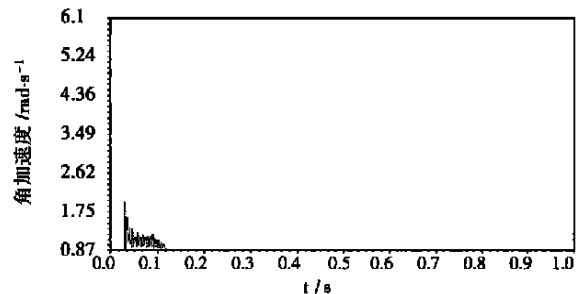


图6 棘爪角加速度

图6~图8差动角速度为5.24 rad/s时,分别测得棘爪的角加速度、角速度、棘轮与棘爪之间的碰撞力的曲线图。

从图 6~图 8 可以看出: 在前 0.027 s 内, 棘爪碰撞力为零, 说明在这段时间内, 棘爪和棘轮齿并没有棘合; 在接下来的 0.027~0.028 s 内, 上述各量均第一次达到峰值, 说明此时棘爪与棘轮齿已经棘合; 在 0.028~0.16 s 内, 上述各量均出现反复的振荡值, 说明这段时间内, 棘爪和棘轮齿之间出现了反复的棘合与脱开运动; 最后棘爪与棘轮之间不再有相对运动, 棘爪及棘爪持环在棘轮的带动下匀速转动, 其角加速度为零, 其碰撞力变为克服转动摩擦力的恒定值。在相同差动角速度条件下 (5.24 rad/s), 测得的两个棘爪与棘轮齿之间碰撞力几乎没有差别。

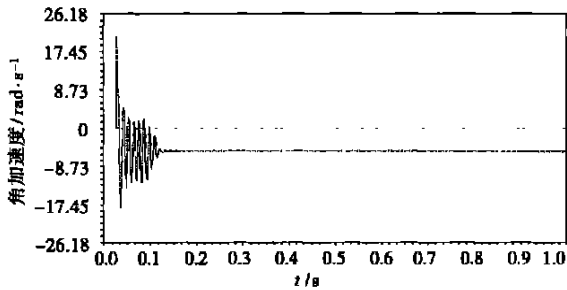


图 7 棘爪角速度

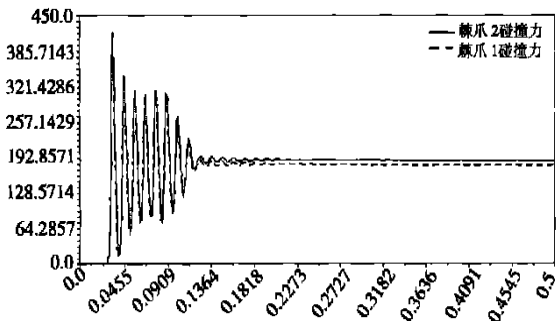


图 8 碰撞力比较

5 分析与讨论

上述仿真结果表明:

(1) 棘轮棘爪碰撞下棘合, 差动角速度、角加速度与碰撞力的关系以及碰撞过程中产生的现象, 符合文献 [1~2] 的论述。

从 G6 燃气轮机自动同步离合器棘轮棘爪碰撞理论分析看: 如果棘爪刚刚越过其与棘轮齿发生棘合作用的作用位置的一瞬间, 主、从动件的转速同

步, 这时棘爪要相对棘轮齿转过一个角度 (其值为 $2\pi/bz$) 才可棘合, 这时棘爪与棘轮的碰撞冲击较强烈, 中间滑移组件相对运动的初始角速度最大, 此值为

$$\omega_{y0\max} = \sqrt{\frac{4\pi \Delta\epsilon_0}{bz}}$$

式中: b 为棘爪组数, z 为棘轮齿数, $\Delta\epsilon_0 = \epsilon_{10} - \epsilon_{20}$ 为啮合差动角加速度, $\epsilon_{10}, \epsilon_{20}$ 主、从动件碰撞前的角加速度。

为尽量减小棘合碰撞力, 必须减小啮合差动角加速度, 因而设计时棘轮齿数 z 、棘爪组数 b 的选取非常重要, 同时也应当规定离合器在使用时所产生的差动角加速度 $\Delta\epsilon_0$ 不应过大。例如 G6 燃气轮机自动同步离合器设计所允许的差动角加速度为 100 r/min (s)。

(2) 棘轮棘爪棘合时碰撞力的大小与绝对角速度无关, 只取决于差动角加速度的大小。棘爪及棘轮齿碰撞力在不同差动角速度条件下, 变化明显, 随着差动角速度的增大, 碰撞力相应变大, 棘轮齿与棘爪啮合的时间缩短。

(3) 由于碰撞力的存在, 因而会产生瞬时震荡啮合现象, 其时间长短取决于差动角速度的大小, 如图 4 和图 5 所示。

6 结束语

本文用 ADAMS 软件建立棘轮棘爪机构动力学仿真模型, 进行了仿真分析, 并在理论上进行了探讨。应当说明的是, 这种仿真结果可能与实际结果会有差异, 这是因为实际产品会存在制造误差、安装误差等原因。仿真模型还有待与试验结果相比较。

参考文献:

- [1] 苏文斗. 自动同步离合器啮合的动力学问题[J]. 热能动力工程, 1989, 4(6): 40-46.
- [2] 苏文斗, 李承江, 刘 斌. S.S.S 离合器的设计[J]. 船舶透平锅炉, 1976(4): 1-18.
- [3] 张越今, 宋 健, 张云清. 多体动力学两大分析软件 ADAMS 和 DADS[J]. 汽车技术, 1997, 3(5): 38-42.

(渠 源 编辑)

自动同步离合器棘轮棘爪碰撞问题的讨论 = **Some Observations Concerning the Collision of Ratchet and Pawl in an Automatic Synchronizing Clutch** [刊, 汉] / SONG Cheng-jun, WEI Jun-bo, HUO Zhao-bo (Harbin No. 703 Research Institute, Harbin, China, Post Code: 150036), GONG Li-xin (Luoyang North Yichu Motor Car Co. Ltd., Luoyang, China, Post Code: 471031) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18 (3). — 301 ~ 303

A dynamics simulation model for the ratchet/pawl mechanism of an automatic synchronizing clutch was set up with the help of ADAMS dynamics analysis software. A dynamics analysis was conducted of the collision of ratchet and pawl along with a discussion from a theoretical perspective. **Key words:** ratchet/pawl mechanism, collision force, automatic synchronizing clutch, differential angular speed

Delphi 和 AHP 集成的火电建设工程模糊综合评价方法 = **Fuzzy and Comprehensive Evaluation Method for a Thermal Power Plant Construction Project by the Integration of Delphi Method and AHP (Analytical Hierarchy Process)** [刊, 汉] / CHEN Jian-hong, SHENG De-ren, LI Wei (Institute of Power Plant Thermal Energy Engineering and Automation under the Zhejiang University, Hangzhou, China, Post Code: 310027), MENG Wei (Zhejiang Provincial Electric Power Development Co., Hangzhou, China, Post Code: 310027) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18 (3). — 304 ~ 307

Based on the principles of system engineering, through an argumentation performed by experts and with the use of Delphi method the authors have set up a multi-hierarchy comprehensive-evaluation index system for thermal power plant construction projects. With the help of an analytical hierarchy process established was a relatively consummate evaluation model and method for the above-cited projects, and the procedures and method for project comprehensive evaluation were also determined. The calculation results of some actual cases indicate that the evaluation method based on a multi-hierarchy index system and multi-objective synthesis makes it possible to quantitatively address many influencing factors involved in a thermal power plant construction project, thereby ensuring the objectivity and precision of project evaluation. The authors have also explored the following items: the establishment of an index system for the multi-hierarchy comprehensive evaluation of thermal power plant construction projects, the determination of index weights and the creation of a fuzzy comprehensive evaluation model, etc. **Key words:** thermal power plant construction project, Delphi method, analytical hierarchy process, index system

单元初始火用效率和火用流价值分布 = **Efficiency of Unitary Primary Exergy and Distribution of Exergy Flow Values** [刊, 汉] / YANG Zhao, LIU Bin, LI Xun (Heat Engineering Institute under the Tianjin University, Tianjin, China, Post Code: 300072) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2003, 18 (3). — 307 ~ 309

After an analysis of the non-equivalence of exergy the authors put forward a series of concepts, such as exergy elastic factor, primary exergy loss rate, etc. On the basis of the exergy elastic factor analyzed is the influence of exergy efficiency of various constituent elements in an unitary system on the exergy efficiency of the system as a whole. A method for calculating the primary-exergy loss rate is derived and the analytical calculation of a specific case given. The results of the analysis indicate that the primary exergy consumed by the unitary exergy of various constituent elements in the system can truthfully reflect the exergy consumption characteristics of these constituent elements, thus facilitating a scientific analysis of the energy-saving potential of the various constituent elements of the system. **Key words:** exergy, elastic factor exergy flow distribution

折流杆换热器在火力发电厂低压加热器上的应用 = **The Use of a Baffle-rod Heat Exchanger on the Low-pressure Heater of a Thermal Power Plant** [刊, 汉] / HUANG De-bin, DENG Xian-he (Education Ministry Key Lab-