

基于 RecurDyn 采煤机电缆拖拽装置设计与分析

陈亮

中煤科工集团西安研究院有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i4.240

[摘要] 针对采煤机工作过程中电缆的堆叠、断裂、掉道问题,分析了采煤机行走的过程轨迹,设计了一种随动电缆拖拽装置并建立三维模型;运用 RecurDyn 仿真软件,分析了拖拽装置传动圆环链的速度和接触力的变化规律;仿真结果表明,采煤机电缆随动拖拽装置运动过程安全可靠,满足综采工作面采煤机的配套使用要求。

[关键词] 采煤机; 电缆随动拖拽装置; 圆环链; RecurDyn

引言

煤炭是我国重要的能源和工业原料,2015年我国的煤炭消费量占全国能源消费总量的64%,是目前世界上最大的煤炭消费国^[1]。随着无人开采的迅速发展,对综采工作面装备的智能化提出了挑战。采煤机作为综采工作面重要的工作机械,能否稳定可靠的运行严重影响生产。采煤机在工作过程中,电缆线芯经常出现堆叠、掉道、断裂等问题,极大的影响采煤机运行稳定性。分析发现采煤机在工作过程中,电缆会多次弯曲堆叠导致电缆芯严重折损最终断裂,影响采煤机的稳定工作^[2]。

1 采煤机电缆拖拽装置总体方案

为满足现有工作面的生产需求,解决电缆夹在采煤机往返工作过程的破损问题,设计本系统。采煤机电缆随动拖拽系统需要保证电缆夹不产生二次弯曲,且电缆夹能够平铺在刮板输送机电缆槽里。因此,设计了主要由定、动电缆夹滑轮和拖缆小车组成的采煤机随动装置。拖缆小车与采煤机随动,电缆夹绕过拖缆小车的定电缆夹滑轮形成一次弯曲,并平铺在刮板输送机电缆槽内。下层电缆夹连接电源,在电缆槽底部保持静止状态;上层电缆夹连接采煤机,工作过程中电缆绕过动电缆夹滑轮实现电缆夹的收放。拖拽方式运用动电缆夹滑轮,使电缆夹弯曲段阻力减小,尽量减小电缆夹运行受损^[3]。

2 传动部分动力学仿真模型建立

2.1 接触分析

在链轮与链环的啮合传动工作工程中,靠水平链环与主、从动链轮接触传动动力。确定链环与链轮之间的恢复系数K,是获得链环于链轮之间接触特性的关键参数之一^[4]。链环于链轮之间的恢复系数K为:

$$K = \left(\frac{u_r}{v_r} \right)^n \quad (2-1)$$

式中, u_r 为链轮与链环接触点的法向相对速度(m/s);

v_r 为碰撞前链轮与链环接触点的法向相对速度(m/s)。

链轮与链轮以及链轮与连环之间的恢复系数K取决于链轮与链环的材质,而且跟接触面的形状密切相关。为保证

链环与链环以及链环与链轮之间能够平稳的接触,本研究简化了二者之间的接触关系,将其定义为完全非弹性碰撞,恢复系数K取为0。针对链环与链环、链环与链轮之间的接触模型,采用质量-弹簧-阻尼数学模型来定义。该模型能够精确的模拟仿真链传动过程中的主要的力学接触特性,同时保证了计算的效率以及分析精度。根据 Lankarani 提出的非线性弹簧阻尼模型^[5],获得链轮与链环接触力计算公式为:

$$F = \mu \cdot \delta^n \cdot \dot{\delta} \quad (2-2)$$

式中, μ 为接触系数, δ 为穿透深度。

2.3 载荷及约束

根据综采工作面生产的实际工况,选用 $\varnothing 18 \times 64$ mm链条,驱动速度为4.0rad/s;传动系统最大运行阻力F为63283N,链轮上所受负载扭矩约为15000N·m。在链轮轴心处施加转动副,同时约束其它五个自由度;平链环与链轮之间线面接触,立链环与链轮之间不接触,只需定义平链环与链轮之间的接触模型^[6]。

3 动力学分析

3.1 链环位移与速度分析

取位于从动轮附近的链环 Part8 为研究对象。首先,分析链环 Part8 的质心在运行方向上的位移时间变化曲线,参考基准为链环 Part8 静止时的质心位置。通过 RecurDyn 的动力学分析可获得链环 Part8 质心在运行方向上的运动速度随时间变化的曲线,如图1所示:

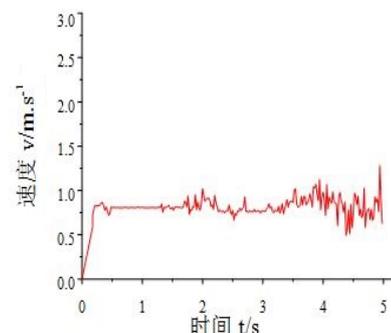


图1 链环 Part8 质心速度曲线图

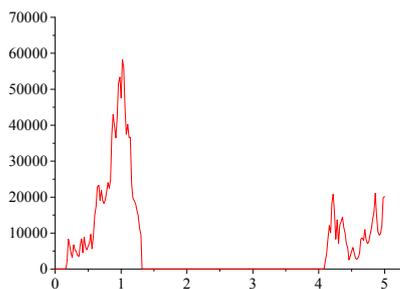


图2 链环 Part8 与主动、从动链轮间接触力
随时间变化曲线

链条恒扭矩驱动作用下匀加速运动, 0.2s 左右链环速度达到最大 0.6m/s; 在链环与链轮之间接触与分离过程中, 链环与链轮存在一定的冲击力作用, 其质心的加速度出现无规律的波动, 进而使得链环质心的速度发生了无规律波动; 3s 左右链环进入松链边, 链环 Part8 进入松边以后, 链环之间的作用力减弱, 在外界的干扰下, 链环加速度极易发生改变, 进而速度出现无规律的运动变化。在整个运行周期中, 链环与链轮的接触碰撞, 导致位移发生波动。

3.2 链环与主动链轮和从动链轮之间的接触力分析

在软件中得出链环 Part8 与主动链轮和从动链轮之间的接触力与时间的变化曲线如图 2 所示。由图 2 进行分析可知, 在 0.2s 附近链环 Part8 进入与主动链轮啮合阶段, 接触力逐渐增大, 当后面的平环依次与主动链轮啮合后, 链环 Part8 的接触力迅速增大; 在 1s 附近到达最大值, 1.4s 时链

环 Part8 脱离与主动链轮啮合, 接触力迅速减小, 接触力始终存在一定的波动性。

4 结论

提出了采煤机电缆拖拽装置总体设计方案; 运用 RecurDyn 软件, 仿真分析了电缆拖拽随动链传动系统并对 Part8 链环进行了速度和接触力分析; 仿真结果表明在整个链传动过程中, 链环与链轮之间的接触力变化较为明显, 链环之间接触力变化较为平缓。

[参考文献]

- [1]袁亮.煤炭精准开采科学构想[J].煤炭学报,2017,(1):1-7.
- [2]兰天安.煤矿用采煤机电缆线芯断裂问题的分析与预防[J].科技创新与应用,2014,(32):130.
- [3]张新,白文莹.采煤机电缆自动拖拽装置的设计与应用[J].矿山机械,2015,(4):43.
- [4]张炜,任中全.基于 Pro/E 的刮板输送机链轮的参数化设计[J].煤矿机械,2011,32(07):220-221.
- [5]王跃清,田莹.圆环链链轮传动力学模型的建立与计算方法[J].煤矿机械,2004,(05):6-9.
- [6]郝亮.圆环链传动系统的有限元分析和失效分析[J].能源技术管理,2013,(3):126-158.

作者简介:

陈亮(1984—),男,河北唐山人,汉族,大学本科,工程师,机械工程,矿用钻探装备和工艺技术现场推广。