

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2015.01.010

多方位传动输送链设计与仿真研究^{*}

章志明¹, 陈国金^{2*}, 陈 昌²

(1. 浙江方圆机电设备制造有限公司, 浙江 诸暨 311816; 2. 杭州电子科技大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:针对目前输送链在三维空间内多方位传输困难、噪音大等问题,设计了一种由外链片、内链片、套筒、滚子、销轴组成的新型可扭式多方位传动输送链条,链条相邻链节间通过内外链片相互固定,因而转动时链片间不会产生相对运动,同时减少了链板间的摩擦并降低了工作噪音。在合理简化的前提下,采用机械系统动力学软件 ADAMS 建立了该输送链的输送动力学模型,并进行了性能仿真研究,分析了传动过程中各零部件的受力情况,为进一步改进输送链设计提供了参考依据。研究结果表明,该传动输送链可在保持较低运动噪音的情况下,实现三维空间内任意工况路线运输传动,同时检测结果表明,该输送链具有良好的力学性能指标。

关键词:多方位输送链; ADAMS; 动力学建模; 动力学仿真

中图分类号: TH132; TH122

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2015)01-0056-04

Simulation and design of poly-directional conveying chain

ZHANG Zhi-ming¹, CHEN Guo-jin², CHEN Chang²

(1. Fangyuan Mechanical and Electrical Equipment Manufacturing Co., Ltd., Zhuji 311816, China;

2. School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at the problems of noise, hard conveying of conveying chain in the three dimensional space, a new style of poly-directional conveying chain, which consisted of inner link, outer linker, sleeve, roller, pin, was designed. The chain elements were secured each other by inner link and outer link, so the links could not be moved between each other and the work noise was reduced. The transmission dynamics performance of the chain was researched and the force of each component and parts was analyzed on the mechanical system dynamics software ADAMS. The results could provide design reference for the chain. The results indicate that the new poly-directional conveying chain can realize any conveying route in the three dimensional space under complex operating conditions and the test results show that it has an excellent performance in the mechanical property.

Key words: poly-directional conveying chain; ADAMS; mechanical dynamics modeling; dynamics simulation

0 引 言

链条输送装置是物料搬运与工厂自动化的主要设备^[1],由于链条柔性、可靠等工作特点,链传动平均传动比准确、传动效率高等优势,广泛应用于食品、医药、饮料、电子、机械、烟草和化工等行业生产线。

近些年来,由于我国国内经济的持续发展及投资规模的不断扩大,基础设施建设、汽车等制造业发展以及链条出口额的增长带动了链条产业的迅速增长。

同时,国内外针对链条设计和实验方面的研究很多。重庆大学的王光建等人^[2]设计了一种高速输送链并进行了分析计算与实验,吉林大学的冯增铭等

收稿日期:2014-07-25

基金项目:浙江省教育厅科研资助项目(Y201327060)

作者简介:章志明(1968-),男,浙江诸暨人,主要从事链传动设计及加工制造方面的研究. E-mail:fangyuan@zj-fangyuan.com

通信联系人:陈国金,男,教授,博士生导师. E-mail:chenguojin@163.com

人^[3]研究了一种 Hy-Vo 齿形链与链轮的接触动力学特性,分析了销轴之间的接触应力,兰州理工大学的赵俊天等人^[4]分析了远距离输送链传动的载荷变化并研究其对磨损伸长的影响,吉林大学的刘小光^[5]设计了圆形基准孔 Hy-Vo 齿形链的啮合并研究了其传动性能,Bucknom^[6]和 Meng^[7]等分别对静音传动链运动学和啮合进行了仿真研究。

以上众多的研究及成果拓宽了链条的应用范围,提供了链传动的性能,然而却鲜有关于多方位传动链设计及性能研究方面的报道。

本研究设计一种能在复杂场合立体空间内任意工况路线运输传动的可扭式多方位链,进而通过利用动力学计算分析软件 ADAMS 分析多方位链条的动力学性能。

1 多方位输送链的结构及特点

1.1 多方位输送链的结构

本研究提及的多方位输送链链节结构如图 1 所示,主要由外链片、内链片、套筒、滚子和销轴等 6 个零件组成。内链片和外链片呈“C”型,且材质选用 40Mn 经渗碳淬火及中温回火的热处理后一次性锻造而成。

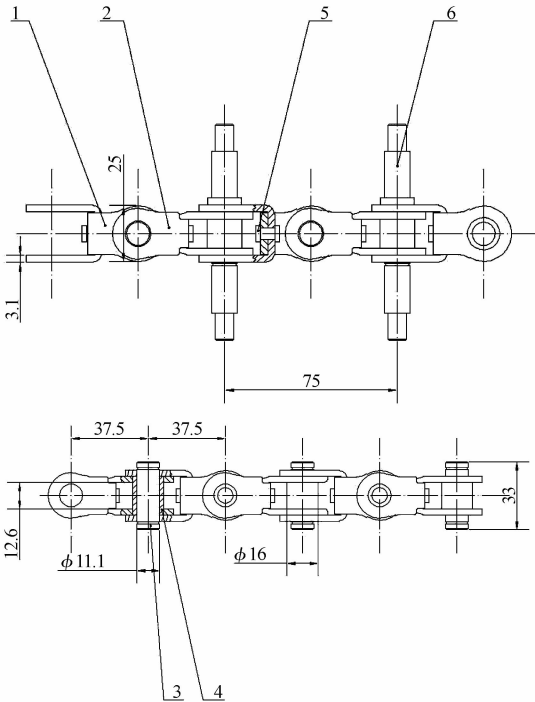


图 1 多方位输送链结构

1—内链片;2—外链片;3—销轴;4—套筒;5—铆钉;6—长销轴

结构上,内链片和外链片采用开口绞接式重叠安装,专用销轴通过外链片销轴孔将外链片、内链片、套筒、滚子连接在一起组成一个链节,相邻链节间通过内

外链片相互固定,这样在转动时不会产生链片间的相对运动,可减少链板间的摩擦和降低工作噪音。针对于该链条主要应用于立体式的传输路线,一般的链条结构型式在超过一定转弯半径后,由于受到结构形式的限制,往往会产生很大的零件磨擦噪音和额外增加零件间的磨损,给工作环境影响很大,同时设备的使用寿命也不尽人意。而该项目产品由于其在结构设置上的独特性,运行时,内、外链片间无论是处于任何一种形式,都不会产生相对的运动,可消除零件间的无效磨损,且自身运转时噪音很小。

多方位输送链在运行过程中,传输时的受力主要依靠长销轴来实现动力的转向,因此结销轴的材质和结构也提出了更高的要求。借鉴国外同类型链条在销轴材质上的选材情况,并根据本产品使用场所的实际工况,本研究选用 40Cr 材质为销轴材料,并通过渗碳淬火及中温回火的热处理工艺进行热处理,使销轴的渗碳层硬度提高的前提下获得较小的硬度梯度,非常有利于销轴在转弯工况下的结构应力和牢度,且不易出现“剥层”磨损现象。针对销轴材质的最终定型和热处理工艺参数的确定,笔者先后进行了多次工艺试验,最后选用 40Cr 材质作为销轴材料,并且对热处理工艺的各个参数进行了多次试验和检验。

1.2 多方位输送链的特点

本研究论述的多方位输送链具有如下特点及优势:

(1)链节由半框形的内外链片一体式组装而成,链片材质均选用 40Mn 并经渗碳淬火及中温回火热处理后再锻打成型,其极限抗拉载荷为 60 kN。

(2)每个链节之间由呈“C”形结构的内外链片的背部串接,每个链节的结构件均由销轴将内外链片、套筒、滚子连接在一起,链条运行转动时避免了链片间的相对运动,可减少链板间的摩擦和降低工作噪音,经检测,其运行噪音小于 73 dB。

(3)链条运行时,由于每个链节可围绕销轴进行一定角度的转动,多组链节的转动叠加后可在一定距离内整根链条沿输送轴线实现 360°的转动,这种可扭式传动方式也可以按输送路线进行转向,满足各种使用场合的需求。

1.3 主要技术性能指标

该产品经浙江华东链传动产品质量检测有限公司抽样检测,各项检测项目均符合企业标准 Q/ZJAX01—2012《JGP375 可扭式多向传动输送链》,其具体性能指标如表 1 所示。

表 1 主要技术性能指标检测结果

序号	检验项目	标准要求	单位	检验数据
1	抗拉强度	≥43 000	N	60 000
2	链长	787.5 ₀ ^{+2.75}	mm	787.72
3	内节内宽	≥12.60	mm	12.80
4	销轴直径	≤11.10	mm	11.02
5	销轴长度	≤33.00	mm	32.94
6	滚子直径	≤16.00	mm	15.99
7	内链板高度	≤25.00	mm	24.94
8	链板厚度	≤3.10	mm	2.95

2 输送链的动力学建模

MSC. ADAMS 是目前应用最为广泛的机械系统动力学仿真软件之一,可用于建立和测试机械系统虚拟样机,实现机械系统的运动及动力学性能分析。蒲明辉等人^[8]利用 Pro/E 建立链传动三维装配模型,并导入至 ADAMS 中,添加接触力函数建立了链传动的动力学模型;申兆亮^[9]利用 ADAMS 对一种新型的滚子链传动进行了仿真研究。然而链传动模型的建立都需要通过第三方三维建模软件及自定义接触函数等方式,建模过程繁琐复杂易出错,且非常容易造成求解问题。

ADAMS 在 2013 版本中新增了链传动建模模块,解决了以往链传动建模复杂、需用户自定义接触函数等问题,可方便地建立滚子链和齿形链等各类链传动动力学模型并进行仿真分析。本研究采用 ADAMS 建立多方位输送链动力学模型并进行分析。

ADAMS 2013 在 Machinery 中新增了 Chain 建模模块,该模块提供了两种形式的链传动模型。一类是滚子链链传动模型;另一类是齿形链链传动模型。本研究设计的多方位输送链属于滚子链范畴,故通过适当的简化,采用第一类模型进行模型描述。利用该模块建立链传动动力学模型主要分为 3 个步骤。

2.1 链轮定义

ADAMS 提供了由简单到复杂三类形式的链传动:简单约束、二维传动和三维传动。其中简单约束形式只提供链轮间的传动比,不需定义力等元素,二维和三维传动较为复杂,同时也更加精确,可用于分析各零部件的动力学性能,此处选择三维传动形式,以求建立精确的链传动模型。

本研究选择了三维传动形式之后,按照图 1 中的链节尺寸定义包括节圆直径、齿根直径、齿顶圆直径等链轮特征尺寸以及齿数等参数,最后定义链轮与链条直接的各类力学参数,如刚度、摩擦系数等。

2.2 链条定义

ADAMS 同样也提供了两类形式的链条:二维形式和三维形式,此处选择三维形式,以使得链传动仿真更加精确。

研究者选择三维形式之后,需要定义链条的质量、重心以及转动惯量等参数,可根据图 1 中的参数及物质密度计算以上参数。由于链节等参数已在链轮中进行设置,此处不需要重新设置。

2.3 驱动定义

ADAMS 提供了转矩和转速两类驱动,此处在主动轮上定义为恒转速驱动,其转速为 1 000 r/min。

至此,链传动力学模型构建完成,最终模型如图 2 所示,其中左侧较大的链轮为主动轮。

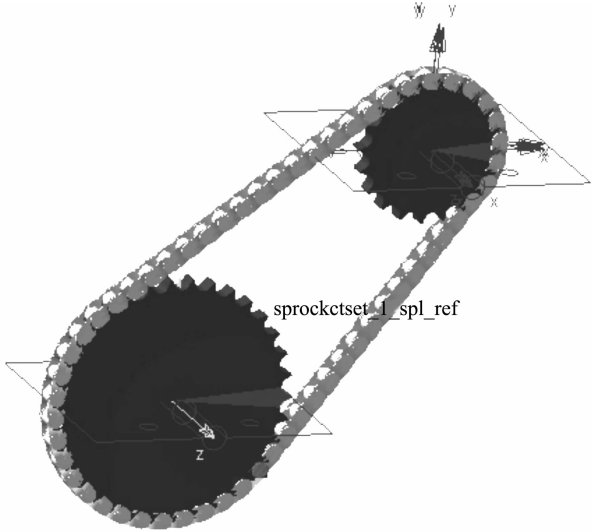


图 2 基于 ADAMS/view 的链传动力学模型

3 输送链动力学仿真实验与结果分析

本研究利用 ADAMS 的求解器进行仿真求解,设置仿真时间为 5 s。输送链传动过程中几个组部件的受力情况如图(3~5)所示。

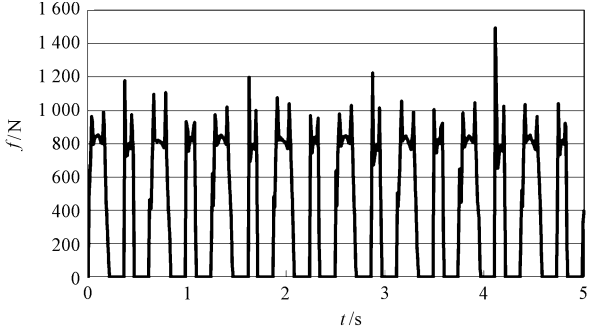


图 3 其中一段链节接触力曲线

链条上某一链节接触力随时间的变化曲线如图 3

所示。当该链节与链轮接触时存在力,当链节悬空时,接触力为0,随着主动轮的恒定转动,接触力呈现周期性变化。

链条张力随时间的变化曲线如图4所示。由于链节进入链轮某个轮齿的时刻,链条被拉紧,故链条张力迅速上升至4 500 N左右,当该链节完全进入链轮正常工作后,张力下降。

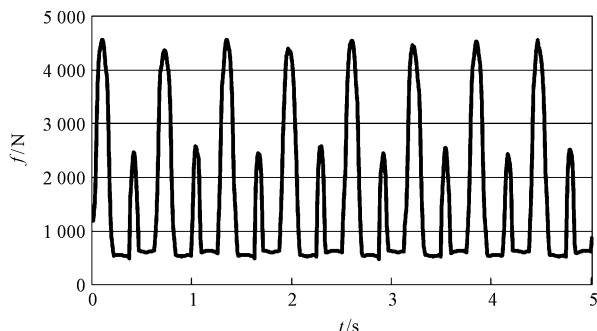


图4 链条张力曲线

主动轮的铰接力变化曲线如图5所示。由于链传动为非平稳传动,故随着链节与链轮接触的变化,链轮的铰接力也随着周期变化,其力的大小在1 100 N附近变化。

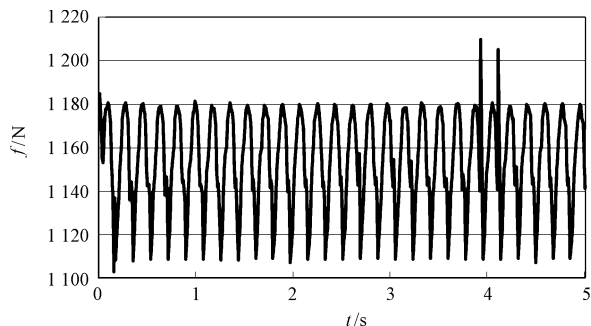


图5 主动轮铰接力曲线

4 结束语

本研究介绍了一种新型的可扭式多方位输送链的设计,该新型输送链具有多方位空间传输、抗拉强度高

及运行噪音低等优势。在适当简化前提下,笔者采用机械系统动力学软件 ADAMS 中的 Chain 模块对该输送链进行了传输动力学性能研究,分析了传动过程中各零部件的受力情况,结果表明,该传动输送链可在保持较低运动噪音情况下,实现三维空间内任意工况路线的运输传动,具有良好的力学性能。

仿真分析的结果可为该新型输送链的进一步改进设计提供依据。

参考文献 (References):

- [1] 王义行,包伟烈,王海鸥,等. 输送链与特种链工程应用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [2] 王光建,范玉萌. 高速输送链传动设计、仿真与试验[J]. 机械工程学报,2013,49(13):158-163.
- [3] 冯增铭,邓强,曹迪. Hy-Vo 齿形链与链轮的刚柔耦合接触动力学特性研究[J]. 机械传动,2012,36(1):23-25.
- [4] 赵俊天,王顺增,王振兴. 远距离输送链传动载荷分析及其磨损伸长研究[J]. 机械传动,2014,38(2):25-39.
- [5] 刘小光. 圆形基准孔 Hy-Vo 齿形啮合设计及其传动性能研究[D]. 长春:吉林大学机械工程学院,2011.
- [6] BUCKNOM N K, FREUDENSTEIN F. Kinematic and static force analysis of rocker-pin jointed silent chains with involute sprockets[J]. ASME Journal of Mechanical Design, 1994,116(9):842-848.
- [7] ZHONG Meng-fan, LI Chun, CHENG Ya-bin. Proper conditions of meshing for Hy-Vo silent chain and sprocket[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2007, 20(4):57-59.
- [8] 蒲明辉,吴江. 基于 ADAMS 的链传动多体动力学模型研究[J]. 机械设计与研究,2008,24(2):57-59.
- [9] 申兆亮. 基于 ADAMS 仿真新型滚子链链轮齿形的研究[D]. 济南:山东大学机械工程学院,2010.

[编辑:李辉]

本文引用格式:

章志明,陈国金,陈昌. 多方位传动输送链设计与仿真研究[J]. 机电工程,2015,32(1):56-59.

ZHANG Zhi-ming, CHEN Guo-jin, CHEN Chang. Simulation and design of poly-directional conveying chain[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2015,32(1):56-59.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>