

动车转向架检测线多功能小车运动分析及仿真

杨凡¹, 朱玉川¹, 吴洪涛¹, 林志勇², 郑卫星²

(1.南京航空航天大学 机电学院 南京 210016; 2.江苏速升自动化装备股份有限公司 江苏省轨道车辆生产装备工程技术研究中心 江苏 无锡 214112)

摘要: 多功能小车是检修生产线系统上的关键设备,主要完成动车转向架的运输、多级升降和水平旋转等检修工艺步骤,具有承载大、动作定位精度高、工作可靠等优点。文中建立了多功能小车三维实体模型,分析了多功能小车运动部分结构和传动链,设定了多功能小车的一些主要技术参数。最后使用多体动力学仿真软件 ADAMS 对多功能小车建立仿真模型并设置相关约束,在预定载荷下进行动力学仿真。仿真结果验证了机构设计的合理性并达到了设计要求的运行指标。

关键词: 动车转向架; 技术参数; 多功能小车; 仿真

中图分类号: TP391.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-2333(2013)10-0055-03

Motion Analysis and Simulation of Multifunctional Crane of the Bogie Test Line

YANG Fan¹, ZHU Yu-chuan¹, WU Hong-tao¹, LIN Zhi-yong², ZHEN Wei-xing²

(1.Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China 2.Jiangsu Susheng Automation Equipment Incorporated Company, Jiangsu Rail Vehicle Production Equipment Technology Research Center, Wuxi 214112, China)

Abstract: Multifunction crane is the key equipment of the motor bogie overhaul production line systems, which is mainly used to complete the transport of motor bogie, multi-stage lifting and horizontal rotation overhaul process steps, with carrying large, action high positioning accuracy, reliable work and other technical requirements. Firstly, a three-dimensional solid model was established to analyze the structure and the drive chain of multifunction crane's moving parts. Main technical parameters of multifunction crane were set. Finally multi-body dynamics simulation software adams was used to establish simulation models for multifunction crane and set the related constraints. At a predetermined load dynamic simulation was conducted. Simulation results verified the rationality of mechanism design and operation indicators meet the design requirements.

Key words: motor bogie; technical parameter; multifunction crane; simulation

1 引言

由于国外国情不同,动车型号单一、数量较少,所以目前动车转向架检测主要采用地面输送设备和空中行车配合的方式,无流水生产线,但不少国家已引起重视,加快发展动车,必将加快发展动车检测行业和检测输送技术。

国内地广人多,动车需求量庞大且品种型号繁杂,按照 1~1.5 年的强制检测要求,检测量巨大,现有动车生产厂家产能有限,货车检测线水平低下,无法满足动车转向架检测需求和技术工艺要求。

轨道车辆转向架检测输送线采用先进的上部悬挂式输送方式,能适应各型动车转向架的同线检修,满足提速转向架的检修工艺需求,全面提高检修作业效率。检修线采用空中多功能小车,实现转向架的运输、上下升降、水平旋转,配合地面专机对动车转向架的检修。可用于动车转向架三级~五级检修,通过抓爪的前后左右调节,来实现 CRH1、CRH2、CRH3、CRH5 构架的自动吊挂作业。

[参考文献]

- [1] 贺东京,宋晓,王琪,等.基于云服务的复杂产品协同设计方法[J].计算机集成制造系统,2011,17(3):533-539.
- [2] 郑镁,罗磊,江平宇,等.基于语义 Web 的云设计服务平台及关键技术[J].计算机集成制造系统,2012,7(18):1426-1434.
- [3] 向号,李明,黄国栋,等.协同设计平台开发[J].矿山机械,

架检测需求和技术工艺要求。轨道车辆转向架检测输送线采用先进的上部悬挂式输送方式,能适应各型动车转向架的同线检修,满足提速转向架的检修工艺需求,全面提高检修作业效率。检修线采用空中多功能小车,实现转向架的运输、上下升降、水平旋转,配合地面专机对动车转向架的检修。可用于动车转向架三级~五级检修,通过抓爪的前后左右调节,来实现 CRH1、CRH2、CRH3、CRH5 构架的自动吊挂作业。

2 多功能小车的三维实体建模

检测线多功能小车可以分为行走托盘组件、小车主

2008,6(36):50-52.

- [4] 王宗彦,舒柱兵,吴淑芳,等.桥式起重机桥架模块化参数化设计技术研究[J].中北大学学报(自然科学版),2009(1):16-20.
- [5] 吴淑芳,虞国军,王宗彦,等.面向网络化的机械产品参数化协同设计研究[J].机械科学与技术,2012,6(31):1027-1032.
- [6] 赵利平,秦慧斌,王宗彦,等.机械产品三维参数化变型设计研究与应用[J].机械科学与技术,2008,27(10):1154-1157.
- [7] 潘变,王宗彦,朱学敏,等.基于云制造的起重机设计制造平台研究[J].机械设计,2013,1(30):6-9. (编辑 明涛)

作者简介:李群力(1988-) 硕士研究生,研究方向为计算机集成制造。
收稿日期:2013-06-22

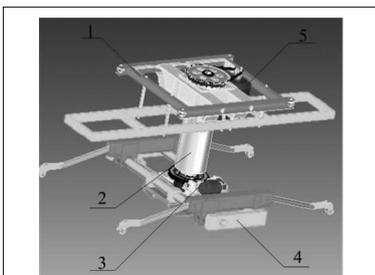


图1 多功能小车结构图

1.托盘组件 2.升降组件 3.旋转组件
4.转向吊 5.电机

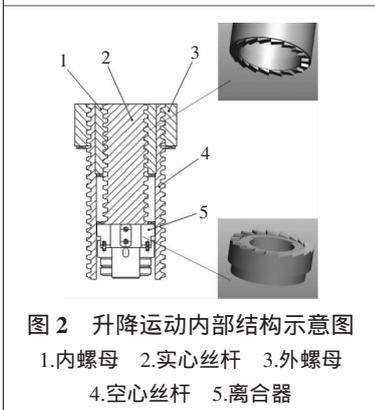


图2 升降运动内部结构示意图

1.内螺母 2.实心丝杆 3.外螺母
4.空心丝杆 5.离合器

最外层螺母与升降套筒固定完成升降运动。图2、图3分别为升降运动内部结构示意图和运动示意图。

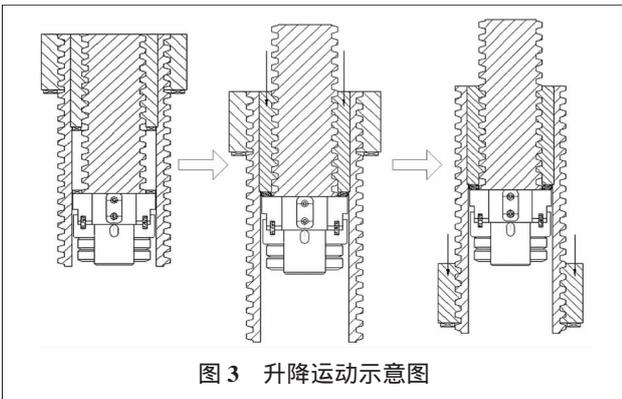


图3 升降运动示意图

3.2 多功能小车的升降运动仿真分析

主要技术参数：总升降行程为2.4m；小车升降速度2.4m/min。把建立的多功能小车 Pro/E 三位模型导入多体动力学软件 ADAMS 中进行仿真，在实心丝杆和大地之间添加旋转副，丝杆与螺母直接添加接触和圆柱副，离合器与实心丝杆之间添加平动副和弹簧，在实心丝杆上加上 $916^\circ/s$ 的驱动。由于两级丝杆螺母模型结构较复杂，为了得到两级丝杆螺母运动情况，减少计算机运算量，本次仿真在无负载无重力情况下做运动学仿真计算。图4为升降组件加了约束之后的内部



图4 升降组件约束

体升降组件、旋转装置组件、转向吊组件、小车电控系统和集电装置。其中小车主体升降组件和旋转装置组件是小车的主要运动部分，如图1所示。

3 多功能小车的运动分析及仿真

3.1 多功能小车的升降运动传动链

多功能小车的升降由小车的主体升降组件完成。主体升降组件由两个嵌套在一起的丝杆螺母构成，通过一组离合器完成两级对接。内层丝杆与大链轮固定完成旋转运动，

结构图。

图5、图6为内螺母竖直方向位移曲线和速度曲线，图7为离合器竖直方向位移曲线。

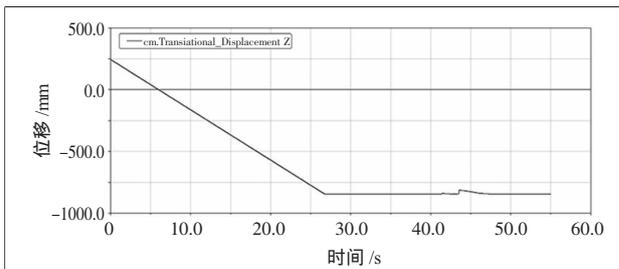


图5 内螺母竖直方向位移曲线

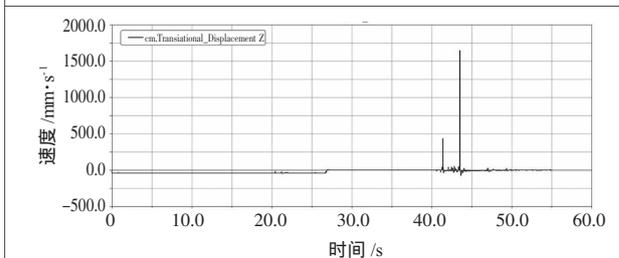


图6 内螺母竖直方向速度曲线

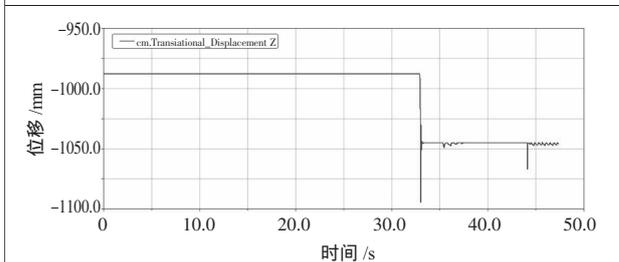


图7 离合器竖直方向位移曲线

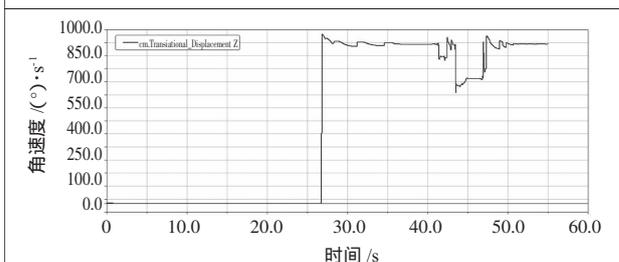


图8 内螺母转速曲线

由图5、6可知内螺母运动曲线可分为两段，第一段做近似匀速运动，第二段螺母与离合器啮合，竖直方向位置基本不变，有小幅振动。分析第一段曲线可得，此段速度在2.3m/min左右波动，基本满足升降运动技术要求。由图7可得离合器竖直位移图可分为两段，第一段是未啮合前，稳定在一个位置。第二段运动刚开始啮合，离合器竖直位移有大幅波动，最后稳定于另一个水平位置，并带有小幅度的振动。图9、10说明外螺母以比较稳定的速度往下运动，在离合器对接处速度有波动。

3.3 多功能小车的旋转运动传动链

转向架的水平旋转由多功能小车的旋转装置完成，旋转装置由一个带轮机构和一个蜗轮蜗杆机构组成。电机、带轮机构与蜗杆固定在转向吊机构上，转向吊通过一个轴承与内层升降套筒联接。蜗轮通过键固定于内层

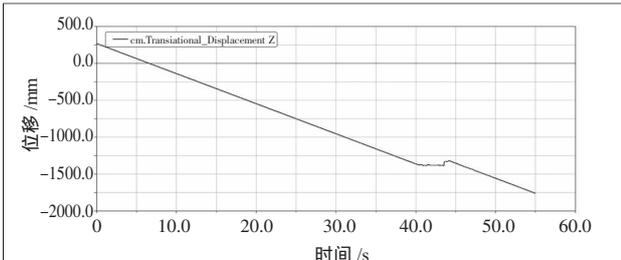


图9 外螺母位移曲线

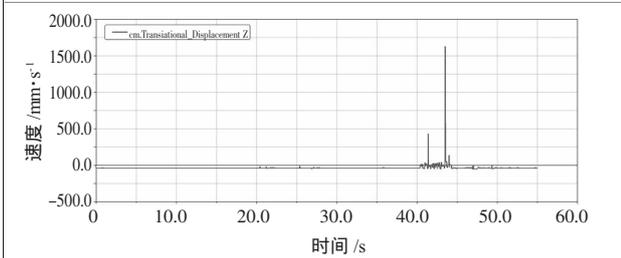


图10 外螺母速度曲线

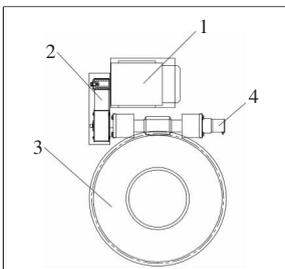


图11 旋转运动传动链示意图

1.旋转电机 2.同步带组件
3.蜗轮 4.蜗杆

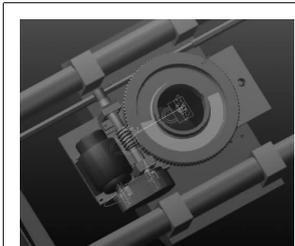


图12 旋转组件约束

升降套筒上。这样在旋转电机带动下,电机、带轮组件与蜗杆一起做旋转运动。内部结构示意图如图11。

3.4 多功能小车的旋转运动仿真分析

主要技术参数 水平旋转角度 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$; 旋转速度(可调) $3.1r/min$ 。把三维模型导入ADAMS 进行仿真,运用ADAMS2012的带轮模块,创建一个同步带组件,在小带轮的旋转副上加上大小为 $5880^{\circ}/s$ 的驱动,大带轮用固定副与蜗杆固定,蜗轮蜗杆之间添加一个齿轮副,蜗杆用固定副与一级套筒固定,旋转电机用固定副与整个转向吊组件固定,转向吊组件与蜗轮之间设置一个旋转副。图12为旋转组件加了约束之后的内部结构图。

图13为旋转装置转速曲线,图14从左到右从上到下依次为蜗杆上X轴、Y轴、Z轴方向和 $X^2+Y^2+Z^2$ 上的转矩曲线图。图15从左到右从上到下依次为大带轮上X轴、Y轴、Z轴方向和 $X^2+Y^2+Z^2$ 上的转矩曲线图。

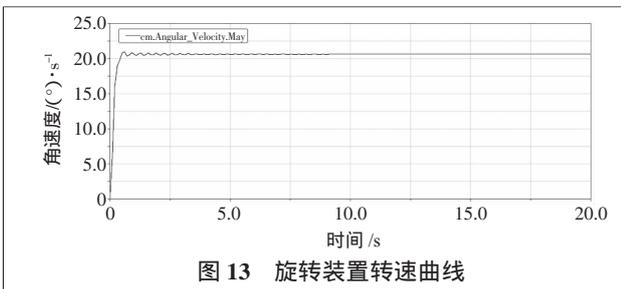


图13 旋转装置转速曲线

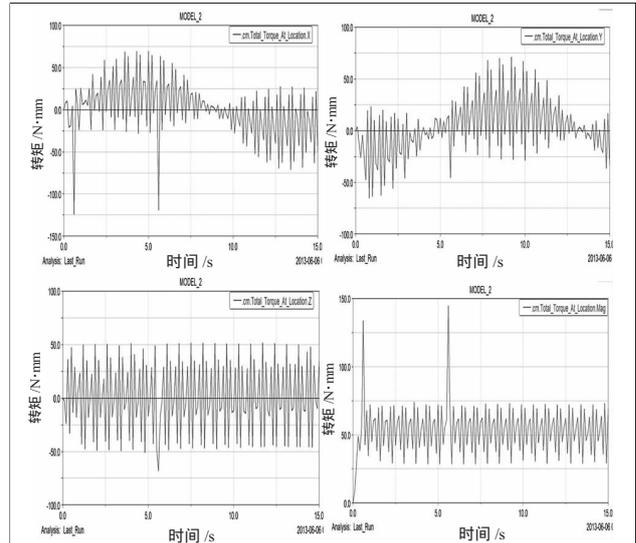


图14 蜗杆上的转矩曲线

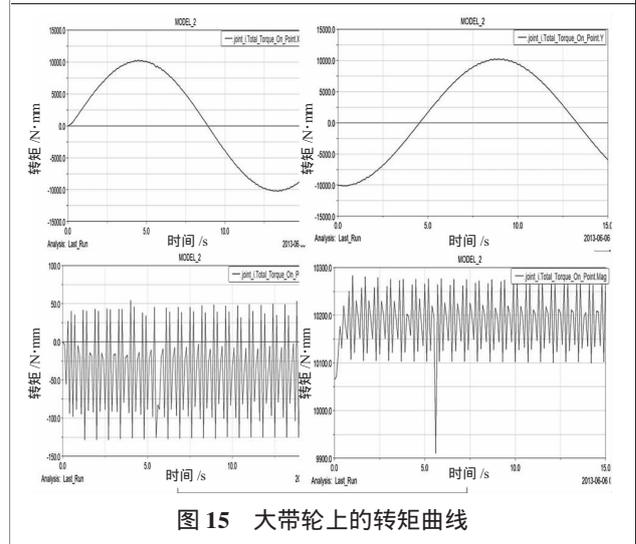


图15 大带轮上的转矩曲线

线图。

由图可知旋转装置转速由零开始快速上升到一个比较稳定的转速,在 $3.3r/min$ 左右波动。基本满足旋转运动技术要求。

4 结语

运用ADAMS 虚拟样机技术,对多功能小车的运动进行仿真,检查机构有无干涉情况,验证是否满足技术参数要求,还可以找出噪音源,为改进优化产品提供了数据支持,缩短了产品开发周期。

[参考文献]

[1] 郑卫星.上海动车客车站转向架检修生产线上使用的多功能小车的研制[J].中国制造业信息化,2012,41(13):99-100.
[2] 郑晓亚,尤军峰,张铎,等.ADAMS 和 ANSYS 在机构分析中的应用[J].固体火箭技术,2010,33(2):201-204.
[3] 郝云堂,金焯,季辉.虚拟样机技术及其在ADAMS 中的实践[J].机械设计与制造,2003(3):16-18. (编辑 黄 荻)

作者简介 杨凡(1990-),男,硕士研究生,主要研究方向为机电控制及自动化。

收稿日期 2013-06-28