

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2017.04.016

基于虚拟样机技术的显示屏支臂机构设计

李 松, 黄立新

(上海工程技术大学 机械工程学院, 上海 201620)

摘 要:针对传统的固定支撑显示屏机构自动化程度低、高度及角度不易调节,难以满足高级办公需求等问题,设计了一种具有柔性铰链的半自动化显示屏支臂机构。对支臂机构进行机理分析及虚拟样机设计;对显示屏俯仰关节,基于柔性理念设计柔性铰链机构;对显示屏支臂末端的升降功能,基于 SolidWorks Motion 软件进行运动仿真分析,得到了在输入件为函数驱动的条件下输出件竖直方向的线位移、线速度、线加速度的运动规律。应用结果表明该机构不仅具有安全、舒适、调节方便等特点,且可有效提高办公自动化能力。本机构能改善办公自动化程度低、高度及角度不易调节的状况,满足高级办公的需求。

关 键 词:显示屏支臂机构;柔性铰链;虚拟样机;SolidWorks Motion 软件

中图分类号:TH136 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2017)04-0074-05

Design of Display Bracket Mechanism Based on Virtual Prototyping Technology

LI Song, HUANG Lixin

(School of Mechanical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

Abstract: In view of the problem of traditional fixed support display mechanism which has a poor automation, difficult to adjust the height and angle, and can't meet high office demands, a semi-automatic display bracket mechanism which had flexible hinge was designed. Mechanism analysis was carried out on the bracket mechanism and a virtual prototyping was designed; based on the concept of flexible designing a mechanism of flexible hinge on the pitching joint of display was designed; Movement analysis and simulation on the lifting function of the end of bracket was proceeded based on the software of SolidWorks Motion, a movement rule of the output link was obtained under the condition of the input link driven by function. The results indicate that the mechanism is not only safe, comfortable and convenient, but also can effectively improve the ability of office automation. This mechanism can improve the level of office automation, the height and angle are not easy to adjust, and meet the needs of advanced office.

Keywords: display bracket mechanism; flexible hinge; virtual prototype; SolidWorks Motion

电脑及显示屏是各行各业办公常用的工具,帮助人完成各种工作及任务^[1]。长时间看显示屏会由于辐射等造成操作者的身心受到危害,由此形成一种办公职业危害。显示器支架、电脑柜和笔记本电脑支架等采用人机工程设计的产物促进使用者采用正确的姿势^[2],可最大程度提高舒适度,并保障劳动者的身心健康,提高工作效率,从而有助于预防和减少伤害的发

生。传统的显示屏的支撑结构是固定支撑,高度及角度不易调节,活动支撑更适应市场的需求。显示屏支臂作为活动支撑装置中的典型产品已占有很大的市场份额。显示屏支臂有单屏支臂、多屏支臂等多种类型,笔者就单屏支臂进行研究。现阶段,国内市场上以某公司型号为 DLB 系列单屏显示器支架为代表,其支架是一种基于人体工学支架全维度气弹簧健康支架,采

收稿日期:2016-11-24;修回日期:2017-02-20

基金项目:上海工程技术大学研究生科研创新项目资助(E3-0903-16-01165)。

第一作者简介:李松(1991),男,安徽宿州人,硕士研究生,主要研究方向为机构学研究、工业机器人。通信作者:黄立新(1963),女,上海人,工学博士,教授,主要研究方向为机构学研究、工业机器人。E-mail: hlx_1067@163.com

用夹持安装,具有气弹簧自由悬停系统,支臂均可实现自由旋转,仰角无级调节系统。但其自由悬停系统较为复杂,气弹簧密封要求高^[3],废品率较高,因此需要更可靠的产品来取代它们,提高性价比。市场上显示屏支臂角度及高度的调节以手动为主,纯自动的支臂成本较高、结构较复杂,不易推广。因此,文中对显示屏支臂的研究为半自动化,部分实现自动调节,部分依靠手动调节。即方便人操作的部分采用手动调节,不便的部分采用自动调节。

文中从结构方面来讨论如何使支撑臂在每次自由旋转后具有稳定可靠的支撑能力,同时达到期望的位姿。针对此目标,采用虚拟实验设计^[4]的理念,设计了一种具有柔性铰链^[5-7]的显示屏支臂机构。首先对支臂的结构进行分析设计;其次对柔性铰链进行设计,使显示屏可以俯仰自由调节并达到期望位姿;进行支臂机构虚拟样机的设计,并基于 SolidWorks Motion 进行运动仿真分析。

1 支臂机构的构型设计

1.1 支臂机构构型设计

由于显示屏质量不大,显示屏支臂机构通常采用串联结构,各个关节处常采用铰链连接、螺旋副连接和圆柱副连接等,显示屏支臂机构结构示意图如图1所示。图中,螺旋副A主要实现整机的升降,圆柱副B主要实现显示屏左右角度的调节,铰链C、D主要实现显示屏俯仰角度的调节。这种支撑臂机构优点是简单直接,运动灵活,工作空间大;缺点是对于较重的显示屏的支撑,支臂关节部分需要强度较高的材料,对显示屏俯仰部分的关节需较大的摩擦力以使显示屏处于空间任意位置,而且需要纯手动操作,因此难以适应高端市场的需求。

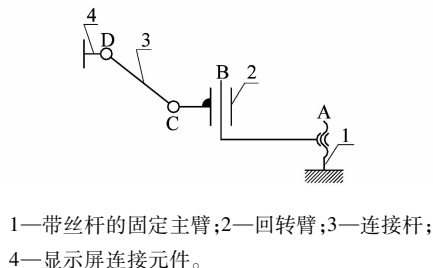


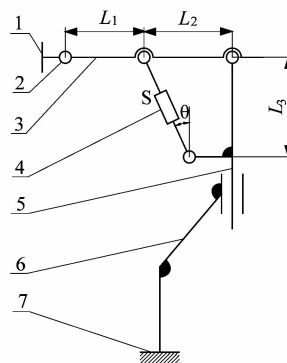
图1 常用显示屏支臂机构示意图

Figure 1 Structure diagram of common display bracket mechanism

为了增加支臂的承载能力,同时能够将驱动部件放置于机体上,用以改善支撑系统的刚性和稳定性,笔者考虑将支臂机构的升降部分采用气动推杆机构作为

动力源,降低对支臂材质的要求,提高支臂的负载性能。从支撑负载的角度看,采用丝杠升降支架虽能满足要求,但价格较贵。

实用新型显示屏支臂的结构如图2所示。升降部分以气动推杆4为动力源,通过遥控装置控制活动臂3的升降,通过带齿轮的柔性回转轴系统2实现显示屏的俯仰调节,通过回转臂5实现左右摆动调节。



1—连接元件;2—柔性回转轴系统;3—活动臂;4—阻尼式气动推杆;5—回转臂;6—固定臂;7—固定底座。

图2 新型显示屏支臂机构结构示意图

Figure 2 Structure diagram of display bracket mechanism

1.2 设计目标

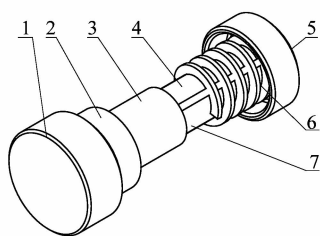
基于人机工程的设计理念,采用可调支臂机构设备代替固定支撑设备,满足人的高级办公需求,并设计柔性回转轴来实现显示屏的俯仰调节,让使用者操作起来更加舒适、方便。设计目标:

- 1) 实现显示屏的俯仰角度调节;
- 2) 实现显示屏的支架整体的上下高度调节;
- 3) 实现显示屏的支撑机构整体的左右角度调节;
- 4) 实现自由调节各个关节的运动及锁定。

2 柔性铰链系统的设计

支臂机构设计的关键部分是柔性铰链系统的设计,柔性铰链系统如图3所示。

柔性铰链系统主要由2个端盖、齿轮回转轴和弹性元件组成。齿轮回转轴7包括与活动臂自由端相啮合的齿轮段2、与齿轮段2连接的光轴段3以及多边形轴段4;该轴通过轴段4四面体部分与显示屏连接件关节内孔配合,显示屏相对于回转轴固定;通过齿轮段2与活动臂一端的内齿轮啮合,确定显示屏的俯仰姿态。其工作机理是:当按下端盖II,弹性元件6压缩,使轴沿其轴向端盖1滑动,在2齿轮脱离啮合后就可以自由调节显示屏的俯仰角度,调节到期望的姿态,



1—端盖 I; 2—齿轮段; 3—光轴段; 4—多边形轴段; 5—端盖 II; 6—弹性元件; 7—齿轮回转轴。

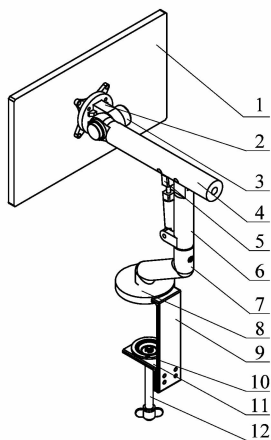
图3 柔性铰链系统

Figure 3 Flexible hinge system

松开端盖 II, 利用弹性元件的自由弹力使 2 齿轮又恢复啮合状态, 此时显示屏相对于活动臂是固定的。此结构具有方便、灵活、重复性高、寿命长和承载大等特点。

3 支臂虚拟样机的设计

图 4 所示为显示屏支臂虚拟样机。



1—显示屏; 2—连接元件; 3—柔性铰链系统; 4—活动臂; 5—气动推杆; 6—回转臂; 7—固定臂; 8—固定底座; 9—基座支架 I; 10—夹板; 11—基座支架 II; 12—螺杆装置。

图4 显示屏支臂虚拟样机

Figure 4 Virtual prototype of display bracket

夹持机构实现支臂机构装置的固定, 通过夹板与基座将支臂机构固定在一定厚度的桌面上; 回转机构装置实现显示屏整体左右角度的调节, 并由定位销来固定姿态; 驱动部分为气动推杆装置, 实现显示屏整体的升降, 不需要太大的驱动力即可实现相应的功能。此装置结构简单、易于实现; 柔性回转系统实现显示屏俯仰角度的调节, 具有弹簧系统, 虽是手动调节, 但使用方便灵活, 可根据客户需求做成自动控制调节结构以适应高端需求; 各支臂中的通孔可以作为穿线孔, 以隐藏线缆, 美化外观。

4 基于 SolidWorks Motion 的运动仿真

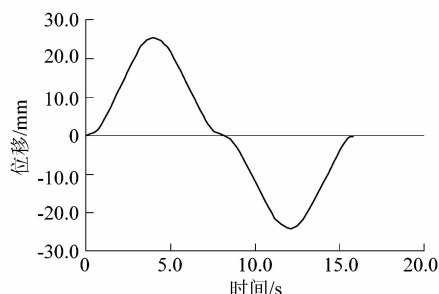
4.1 仿真条件设定

设定以活动支臂平行基座表面为初始位置, 竖直向上方向为正, 顺时针为正。激活 SolidWorks Motion^[8] 插件, 定义活塞杆为线性马达(驱动器), 设置运动方式为线段(函数驱动), 值为位移, 自变量为时间, 表 1 所示为线段驱动时间表, 图 5 所示为马达位移、速度和加速度曲线图。

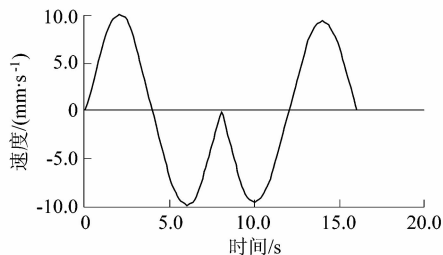
表1 函数驱动时间表

Table 1 Function drive schedule

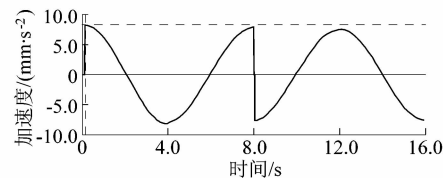
起点时间/s	终点时间/s	值(位移)/mm	分段类型
0.0	0.1	0.00	初始
0.1	4.0	25.42	半余弦
4.0	8.0	0.00	半余弦
8.0	12.0	-24.58	半余弦
12.0	16.0	0.00	半余弦



(a) 位移曲线



(b) 速度曲线



(c) 加速度曲线

图5 由函数驱动的马达的位移、速度、加速度曲线图

Figure 5 Curve of displacement, velocity and acceleration of motor driven by function

4.2 输出件运动规律

以显示屏连接元件为输出件。在 Motion Manager 中将仿真标记归零, 单击计算按钮进行计算仿真。计

算完成后,首先求解输出件(连接元件)竖直方向的运动曲线。在结果对话框中设置各个选项如图6所示。



图6 设置结果和图解

Figure 6 Set up results and illustration

在选取点的时候应选择位于同一平面内的点,且点的选择必须按一定的顺序才能获得理想的曲

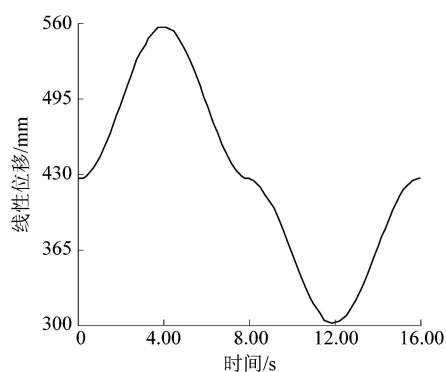
线^[9-10]。单击确定可得到如图7所示输出件及输入件在全局坐标系下的运动规律。

仿真结果显示:该机构最大线速度为 19 mm/s,最大线加速度为 15 mm/s²,所对应的各个构件的关键尺寸列于表2。显然,输出件的各项运动规律除了与输入件的运动规律有关外还和机构中各个构件的尺寸有关,表2中各个参数的变化都会引起输出件运动规律的变化。

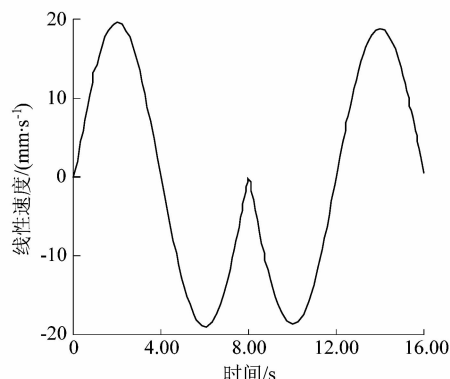
表2 显示屏支臂机构关键尺寸及仿真数据

Table 2 Critical size and simulation data of display bracket mechanism

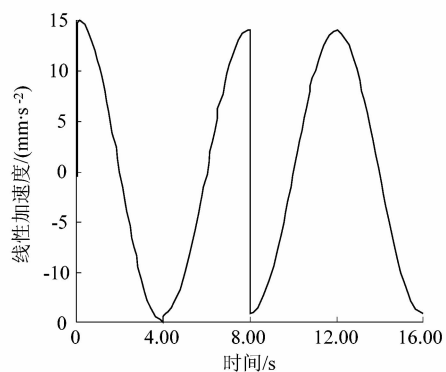
活动臂 长度 L_1/mm	活动臂 长度 L_2/mm	线位移/ mm	最大线 速度/ ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)	最大线 加速度/ ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-2}$)	气缸 摆角 $\theta/(\circ)$	气缸 行程 S/mm
230.2	60.0	-121 ~ 121	19	15	-1.1 ~ 2.1	50



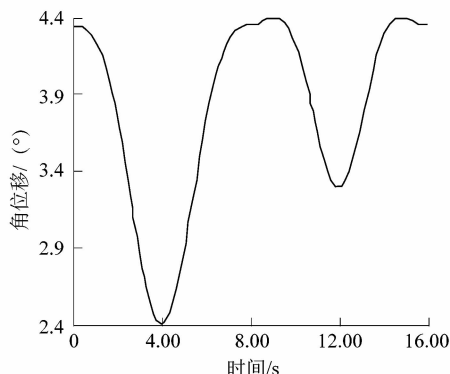
(a) 输出件线位移-时间曲线



(b) 输出件线速度-时间曲线



(c) 输出件线加速度-时间曲线



(d) 气缸的角位移-时间曲线

图7 输出件及输入件运动规律

Figure 7 Motion rule of input and output

5 结 语

1) 基于人机工程的设计理念,采用可调支臂系统设备代替固定支撑设备,设计了一种柔性显示屏支臂

机构,满足人的高级办公需求。对支臂机构进行了机理分析及结构设计。2) 基于柔性理念设计了柔性铰链系统,此铰链采用弹簧系统,增加了回转关节的柔

性。3) 基于 SolidWorks 软件进行支臂机构虚拟样机设计,并利用 SolidWorks Motion 模块对支臂机构升降部分进行了运动仿真,从仿真结果可以看出:支臂机构各参数如表 2 所示的情况下,输出件的线位移为 $(-121 \sim 121)$ mm,最大线速度为 19 mm/s,最大线加速度为 15 mm/s^2 ,气缸摆角范围为 $-1.1^\circ \sim 2.1^\circ$,气缸行程为 50 mm。输出件的线位移、线速度和角位移的变化均比较平缓,而线加速度变化波动较大,冲击不大,使用者可以自由调节合适的姿势。

参考文献:

- [1] 甄佳,陈立辉. 办公室电脑操作者的职业危害研究[J]. 中国个体防护装备,2013(3):47-50.
- [2] 苏建宁,白兴易. 人机工程设计[M]. 北京:中国水利水电出版社,2014.
- [3] 李亮辉. 浅析工程机械用气弹簧的设计选型[J]. 工程机械,

2013,44(6):37-39.

- [4] 冯勇,周朕,李宗靖,等. 精压机机构设计与分析[J]. 机械设计与制造,2014(4):231-234.
- [5] 卢志伟,资同江,贺扬扬,等. 工业缝纫机气浮针杆的柔性联接装置[J]. 轻工机械,2014,32(4):25-30.
- [6] 王雯静,余跃庆. 含柔性铰链柔顺机构的驱动性能分析[J]. 北京工业大学学报,2010,36(9):1159-1164.
- [7] 胡俊峰,徐贵阳. 四种不同柔性铰链的三自由度微定位平台性能比较[J]. 机械设计与制造,2014(2):127-129.
- [8] DS SolidWorks 公司. SolidWorks Motion 运动仿真教程[M]. 北京:机械工业出版社,2014.
- [9] 李大磊,丁天涛,程建民,等. 基于 SolidWorks Motion 的空间摆动机构的运动分析[J]. 制造业自动化,2011,33(11):70-71.
- [10] 吴伟峰,张伟中,钱荣. 一种新型二自由度并联机构的运动学及静力学分析[J]. 机电工程,2015,32(2):206-210.

(上接第 73 页)

空间占有率、智能程度上有很大提升,而且经实验表明,在所占空间相同时,该种模式可以存储更多的快件。该系统具有较高的实际应用价值,适合应用于学校、社区等快件需求量大的地点。在进行快件分离存储系统试验后仍存在如下问题:①在包装信息丢失(如条形码损坏)的情况下如何识别快件;②设备运转时存在一定振动。为了解决上述 2 个问题,后续研究可使用射频识别代替条码识别;同时采取电机减振的措施。若快件存储与分离系统与智能识别技术相结合,将进一步提高快件分拣的准确性。旋转式快件存储分离系统有利于推动我国物流快递行业的高速发展,促进互联网为主的电子商务的推广。

参考文献:

- [1] 马银忠,邱胜海,王云霞,等. 现代物流环境下电子标签拣货系统的设计与实现[J]. 机械设计与制造,2012(9):263-265.

- [2] 黄松建,张伟栋,王欣春,等. 邮政国内小包辅助分拣系统[J]. 无线互联科技,2013(10):55-56.
- [3] 陈崇辉,邓筠. 基于 ZigBee 技术的快件寻找系统设计[J]. 现代电子技术,2016,39(4):116-120.
- [4] 李潇,张宇萌,韩冬梅,等. 智能快递取件装置的投递箱:CN204406489U[P]. 2015-06-17.
- [5] 张俊,徐淑英. 快递自动分拣系统的设计[J]. 自动化应用,2015(12):88-89.
- [6] 李捷. 包件分拣机上包系统的分析与改进[D]. 北京:北京邮电大学,2008:1-2.
- [7] 韩玉民,汪冬,魏洪河,等. 邮包自动分拣系统的设计[J]. 机电工程,2004,21(8):11-13.
- [8] 刘兴宇,王彤. 政府网站综合评价方法[J]. 情报科学,2004,22(1):67-70.
- [9] 陈崇辉,邓筠. 快递自助收件系统的设计与实现[J]. 物流技术,2015,34(7):288-291.
- [10] 彭莉. 带式高速邮包分拣机器人机界面研究与设计[D]. 贵阳:贵州大学,2006:8-10.