

生产线上拾取机器人的设计——以易拉罐为例

何琴¹,陈汉¹,喻维²,陈寅³

(1. 文华学院,湖北 武汉 430074; 2. 武钢有限公司 冷轧厂,湖北 武汉 430083;

3. 东风汽车公司 技术中心,湖北 武汉 430058)

摘要:以生产线上易拉罐的拾取为例,对生产线上拾取机器人的结构、运动动作等情况进行了分析研究,介绍了以易拉罐为对象的单轴拾取机器人结构,进行了单轴机器人的机械结构设计、易拉罐夹具设计、气压传动系统设计以及三维建模与动画仿真。

关键词:拾取机器人;单轴机器人;易拉罐拾取

中图分类号:TP242.3 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2019)05-0153-04

Design of Picking Robot on Production Line—Taking Pop-top Can for Example

HE Qin¹, CHEN Han¹, YU Wei², CHEN Yin³

(1. Wenhua College, Wuhan 430074, China; 2. Cold Rolling Plant of Wuhan Iron and Steel Co., Ltd., Wuhan 430083, China; 3. Dongfeng Motor Company Technical Center, Wuhan 430058, China)

Abstract: The current domestic industrial robot technology is not yet mature. This paper takes picking up cans on the production line for example, makes a study of the structure and the movement of the robot designs a single-axis pickup robot structure, the fixture for picking up cans, and the pneumatic drive system, establisher the 3d modeling and does its simulation.

Keywords: picking up robot; uniaxial robot; picking up the cans

0 引言

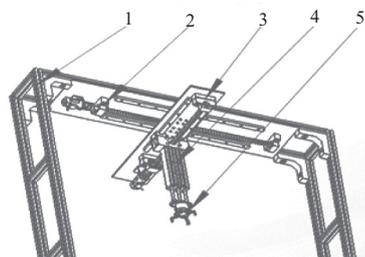
随着世界经济的快速发展,人类对精神生活需求越来越高,越来越多的人希望从传统、繁杂枯燥的事务性工作中解脱出来去从事富有创意的工作。21世纪初,第1台工业机器人应运而生^[1-3],实现了对工业的一场革新,工业机器人随之迅速成为研究的热点^[4-8]。我国对工业拾取机器人的研究起步较晚,虽然一些大学、企业开发出了工业拾取机器人的样机,但真正能够市场化的机器人却很少,基本都是进口产品^[9-10]。在食品、垃圾回收、医药等方面,普遍存在着分拣、拾取、装箱等大量重复性工作,不仅耗时耗力,而且增加成本,因此迫切需要自己开发出拾取机器人并将其市场化^[11-13]。

针对这一现状,笔者以易拉罐生产线为例研究设计了一种单轴易拉罐拾取机器人,并进行了三维建模及运动仿真。

1 拾取机器人的工作原理

本设计采用单轴机器人,该机器人能根据不同的工况来改变结构上的搭配从而适应工作需要,灵活性强,效率高。拾取机器人主要由静平台、动平台、三支链和驱动机构等部分组成,如典型的Delta机器人,总共有4个自由度,即 x 轴、 y 轴、 z 轴的往复直线运动以及机器人手指末

端的抓握动作。其中 x 、 y 轴的移动均通过电动机带动滚珠丝杠实现直线运动,而滑轨滑块起导向、承重作用。 z 轴移动则采用气缸驱动来实现上下往复运动。机器人手指末端机构采用气动手指来夹取易拉罐,其三维模型如图1所示。



1—机架;2— x 轴移动部件;3— y 轴移动部件;
4— z 轴升降气缸部件;5—手指抓取气缸部件。

图1 机器人三维图

易拉罐拾取机器人的工作流程为:当系统检测出生产线上有不合格的易拉罐时,控制系统收到夹取命令后, y 轴和 x 轴执行移动命令,同时 z 轴气缸下降,定位到不合格易拉罐的位置,然后气动手指气缸驱动夹具夹紧易拉罐,继而 z 轴气缸上升;与此同时 x 轴和 y 轴移动,当移动到回收装置所在位置时, z 轴气缸下降,气动手指气缸松开,易拉罐放入回收装置,最后系统返回初始位置。机器人工作流程如图2所示。

2.3 z 轴升降系统的设计

z 轴升降系统主要实现 z 轴的往复直线运动,本设计中采用亚德客的三轴气缸来实现。三轴气缸的特点是:2 根轴承钢制作的导柱,用直线轴承导向,具有高的抗扭转及抗侧向载荷能力^[14-15],自带导向结构不需要额外的附件,最小的空间需求,端面和固定板上有定位孔与螺纹孔,适合高精度的场合,提供高精度的安装,四周提供传感器的滑槽^[16-17]。气缸图形如图 7 所示,气缸符号如图 8 所示。

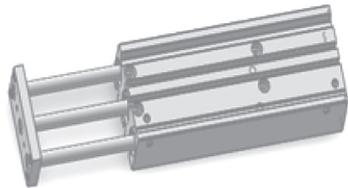


图 7 气缸模型

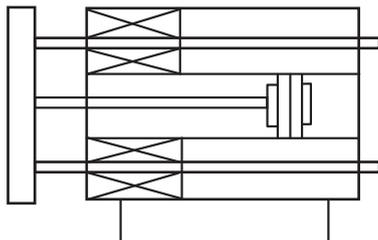


图 8 气缸符号

2.4 滑轨滑块的设计

拾取机器人 x 轴、y 轴均采用了滑块滑轨来导向和承重,该滑块滑轨的设计则根据滚珠丝杠的型号来确定直线导轨型号、丝杠支座组以及轴承。所选直线导轨型号为 SV2R24,如图 9 所示,其中: $H = 24 \text{ mm}$, $W = 34 \text{ mm}$, $W_1 = 15 \text{ mm}$, $W_2 = 9.5 \text{ mm}$, $B = 26 \text{ mm}$, $T = 7 \text{ mm}$, $K = 20 \text{ mm}$, $C_a = 0.5 \text{ mm}$, $C_b = 0.85 \text{ mm}$, $s \times r = M4 \times 7 \text{ mm}$ 。

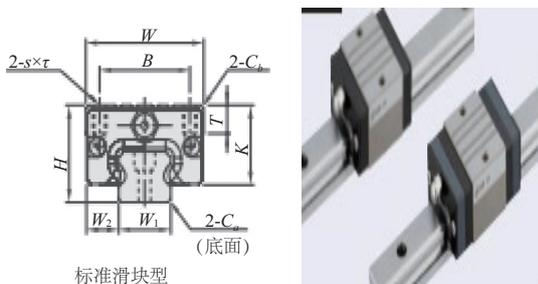


图 9 直线导轨尺寸

由于滑轨在支撑物体质量的同时进行直线往复运动,因此,物体的质心位置、推力作用位置会因开始、停止或加速度、减速度的变化等施加在滑轨上的负载会发生变化。所以作用负载 $W = 50 \text{ N}$,滑轨上的负载 $P1 = P2 = W/2 = 25 \text{ N}$,摩擦阻力 $F = uW + f(N)$,密封阻力 $f(2 \text{ N} \sim 5 \text{ N})$,动摩擦系数 $u = 0.002$,所以,摩擦阻力 $F = uW + f = 0.002 \times 50 + 3 = 3.1 \text{ (N)}$ 。

$$\text{直线导轨的额定寿命 } L = \left(\frac{f_t \times f_h \times f_c}{f_w} \times \frac{C}{P} \right)^3 \times 50 =$$

1.7 km,其中:基本动态额定负载 $C = 5 \text{ kN}$,作用负载 $P = 50 \text{ N}$,根据《机械设计》滚珠丝杠部分可得,直线导轨的温度系数 $f_t = 0.92$,负载系数 $f_w = 1.2$,硬度系数 $f_h = 0.9$,接触系数 $f_c = 0.81$ 。

$$\text{直线导轨的寿命时间 } L_h = \frac{L \times 10^3}{2 \times es \times n1 \times 60} = 4720.38 \text{ h,}$$

其中: L 为额定寿命(km), es 为行程长度(m), $n1$ 为每分钟往返次数。

2.5 轴承的设计

轴承的设计需根据轴颈尺寸来确定,本设计中选用 6000Z 深沟球轴承,带防尘盖型,其具有摩擦阻力小、转速高等特点。对于深沟球轴承寿命计算强度校核,直接利用软件中自带的轴承生成器完成,计算方便快捷^[18-20]。其具体做法是:首先打开生成器,输入轴承型号 6000Z,给出已知条件和查得各个系数,如图 10 所示,设计好后点击计算,自动生成计算结果,校核结果满足强度要求。

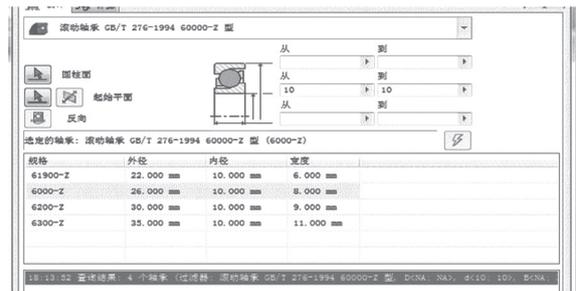


图 10 深沟球轴承的设计

3 三维建模及动画设计

本设计中采用 Solidworks2016 进行三维建模及动画设计。Solidworks2016 是主流的设计软件之一,具有标准库,同时还可返回修改装配图和零件图,应力分析、运动仿真等^[21-22]。总装图如图 1 所示。

在进行动画设计前,先检查个配合有无问题,先手动转动。手动成功后就可进行动画设计,点击新建运动算例,进行运动算例设置。拖动时间栏以设定时间参数;选择驱动(旋转电机或者直线电机),设置方向和电机,选择等速或者距离;最后保存视频。动画设计完成效果如图 11 所示。



图 11 拾取机器人工作动画图

4 结语

本研究针对国内生产线上拾取机器人的研究现状不理想问题进行研究设计,以生产线上易拉罐拾取为例设计了一种单轴拾取机器人,从易拉罐拾取机器人的工作原理、设计目的及设计要求开始入手,进行了易拉罐拾取机器人的结构设计以及拾取过程中相关动作(前进、抓取、返回)设计,并利用 Solidworks 软件进行三维建模及动画仿真。易拉罐单轴拾取机器人具有结构简单、经济性好、实用性强的特点,适用于流水线应用。

参考文献:

- [1] 阮鑫. 智能垃圾回收装置[J]. 科技创新与应用,2017(16): 74-76.
- [2] 丰雨,姚嘉欢,王瑾,等. 垃圾自动分类回收机器人的设计探讨[J]. 信息与电脑(理论版),2014(11):60-62.
- [3] 梁浩. 城市公共垃圾回收装置设计研究[C]. [S.I.]: 第二届世界华人设计学术研讨会,2011.
- [4] 杨红. 垃圾回收机器人出设[J]. 电脑爱好者,2010(18):46-48.
- [5] 贺安伟. 新型旋封封口垃圾自动打包装置[J]. 中国包装工业,2015(13):50-52.
- [6] 邱兰栏,孙未,许亚能,等. 自动封装垃圾桶的设计与研制[J]. 科技资讯,2016(10):44-46.
- [7] 孙梅梅,汪欣,张迎军,等. 校园垃圾处理技术的探讨[J]. 科技创新导报,2012(24):83-85.
- [8] Jiang Yuan, Kang Mu yi, LIU Zheng, et al. Urban garbage disposal and management in China [J]. Journal of Environmental Sciences, 2003, 15 (4) :531-540.
- [9] Calabrop S, Greenhouse, Gases. Emission from municipal waste, management : the role of separate collection [J]. Waste Manage-

ment, 2009,29 (7) : 2178-2187.

- [10] Dahlin L, Vukicevic S, Meijer J E, et al. Comparison of different collection systems for sorted household waste insweden [J]. Waste Management,2007,27 (10) : 1298-1305.
- [11] 彭万万,闫宏伟,宋志强. 抓取机械手运动仿真及腰部结构频响分析[J]. 煤矿机械,2014,35(4):91-93.
- [12] 朱晓红. 抓取机械手的设计——应用于医用药水瓶 [J]. 河北能源职业技术学院学报,2012,12(2):57-58.
- [13] 李桂莉. 物料抓取机械手结构与控制系统研究[D]. 青岛: 山东科技大学,2005.
- [14] 孙学俭,于国辉,周文乔,等. 对世界工业机器人发展特点的分析[J]. 机器人技术与应用,2002(3):8-9.
- [15] 马纲,王之栋. 工业机器人常用手部典型结构分析[J]. 机器人技术与应用,2001(2):31-32.
- [16] 成大先. 机械设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [17] 余梅生. 三维建模及动画制作方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2002,14:603-605.
- [18] 张萍萍. 基于 PLC 的气动机械手控制系统设计[D]. 成都: 电子科技大学,2013.
- [19] 邓康一. 气动机械手的结构设计及伺服控制研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2008.
- [20] 齐进凯. 气动机械手的结构设计、分析及控制的研究[D]. 上海:东华大学,2006.
- [21] 邓大伟. 基于 PLC 控制的气动机械手研制[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2010.
- [22] Pettersson A, Ohlsson T, Davis S, et al. A hygienically designed force gripper for flexible handling of variable and easily damaged natural food products[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2011, 12(3):344-351.

收稿日期:2018-06-05

(上接第 149 页)

4.4 智能小车蓝牙测试

系统整合和系统验证阶段的主要任务是将单独设计的 Android 客户端和单片机蓝牙连接,对系统进行安卓端指令测试,以检测蓝牙控制系统的各项性能指标是否达到预期的要求。进入主界面后点击蓝牙设备按钮,观察到可以显示一定范围的蓝牙设备,选择与之进行连接,证明蓝牙连接功能正常通过测试。

5 结语

基于 Android 的智能避障小车的设计,利用了超声波测距原理实现了小车避障的智能化设计,同时实现了系统的硬件电路设计和软件设计。利用单片机的运算和控制功能,设计出的一种简单实用的超声波避障算法,使得该系统具有很强的实用性。经测试,可以应用到现实中的小车上,很大程度上避免了交通事故的发生。因为利用超声波检测往往比较迅速、方便且易于做到实时控制,测量精度也能达到工业实用的要求。经实际测试证明,避障小车

工作稳定,实现近距离测距、避障和远程遥控的需求,且成本较低,有良好的实用性。

参考文献:

- [1] 张红. 基于单片机的智能小车控制系统[J]. 湖北农机化, 2018(10):44.
- [2] 徐启明. 基于 51 单片机的金属探测全方位移动智能小车 [J]. 电子世界,2017(22): 151-153.
- [3] 曹煜晖. 基于 K60 智能车的最优路径拟合及控制方法[J]. 机械工程与自动化,2018(6):153-154.
- [4] 颜杰,秦飞舟. 自提取模糊规则的小车模糊避障[J]. 工业控制计算机,2018(11):54-56.
- [5] 程义军. 基于视觉功能的智能跟踪小车的设计与研究[J]. 山东工业技术,2018(24):115-120.
- [6] 张秋艳. 基于 MSP430 的多功能智能小车设计[J]. 信息技术,2018(11):541-58.
- [7] 范淇元,覃羨烘,黄文妹. 基于模块化控制的多功能智能搬运小车的设计[J]. 自动化与仪表,2018(11):47-51.
- [8] 王鹤君,黄建清. 基于大棚运输车的智能化小车的设计[J]. 电子设计工程,2018(21):148-150.

收稿日期:2019-04-09