

俯仰式抓取机器人设计

周明佳

(哈尔滨华德学院机器人工程学院,黑龙江 哈尔滨 150025)

摘要:工业机器人已经广泛应用于装配生产线,提质、增效、降低成本是其发展方向之一。以此为目标,设计了一种气动俯仰抓取机器人,运动关节均以气缸驱动,适用于重复性高的装配工作。利用 NX 软件建模,并对关键部件进行有限元分析,以验证结构的合理性。

关键词:抓取机器人;末端执行器;有限元分析

【DOI】10.12231/j.issn.1000-8772.2021.09.197

1 引言

工业机器人的兼容性、适应性、可扩展性等特点,使其成为智能制造的核心设备^[1]。对于重复度高,装配动作简单的工作,机器人作业有明显优势。具体包括:第一,作业效率高,装配质量稳定,装配精度高;第二,由于机器人的驱动装置可以单独调节,所以装配节拍紧凑,工作循环时间小;第三,对于产品种类的变更,仅做局部结构修改或程序改动,就能适应生产;第四,可以适应噪音大、有毒有害、有辐射等复杂工况。

本位针对装配工作中常用的拾取动作,设计一种抓取机器人。利用 NX 软件中建模单元绘制三维模型,并完成材料属性设置。对主要受力件进行有限元分析,验证结构的合理性。为了节省成本,并达到绿色环保要求,采用气缸代替电机驱动机器人运动,气源由工作车间统一供给。此款机器人本体完成俯仰动作,末端执行器完成旋转和抓取动作。完成装配任务时需要配合输送机。正常装配工作前,需要先进行示教。

2 机器人自由度的确定

机器人的自由度的数目由工作条件确定,

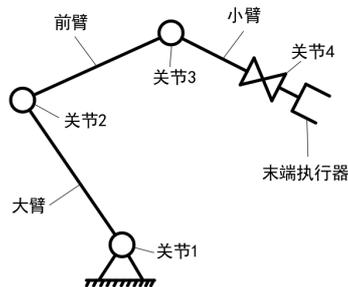


图1 机器人结构简图

一般为满足空间中的绝大多数工作姿态,需要六个自由度。但针对具体装配工况,只要满足机器人本体在一个平面运动,末端执行器旋转轴线也在该面上,夹爪与该面垂直,即可完成多数简单装配。所以设计成四自由度的机器人也可以完成工作。机器人结构简图见图1。

3 末端执行器设计

末端执行器是抓取机器人接触装配零件的单元,采用双侧开合的手爪结构,如图2所示。整个机构由连接板、旋转气缸、直线气缸、基板、夹持板和可拆夹块组成。连接板与机器人本体相连接,旋转气缸提供转动功能。直线气缸两个工作位可以使夹持板完成夹取和释放动作。基板用于连接其余零件。可拆夹块可以根据装配需求进行更换。

要完成夹取,需要对夹紧力进行校核。根据公式:

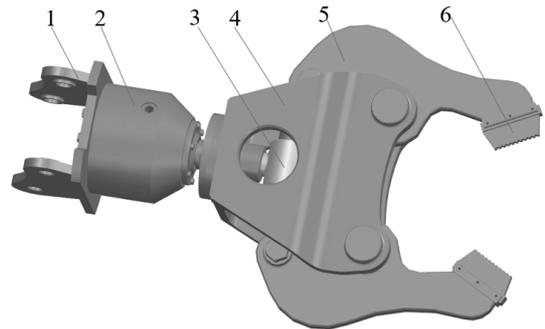
$$F_G = \frac{m(g+a)}{2 \times \mu} \times \sin \alpha \times S(N) \quad (1)$$

得到夹紧力,夹紧后的摩擦力不小于装配件的重力即能完成拾取。

4 机器人本体结构设计

确定整体结构后,根据末端执行器、大臂、前臂及小臂的重力,先进行静载荷分析。再根据实际动作进行动载分析。机器人在低速工作时也能满足一定装配需求,低速工作时机器人远端产生的惯性力小,对整体影响不大,所以只用静力学方法分析各处驱动力即可。各处气缸驱动力要大于相应杆件重力。即,

$$F \geq G/\eta \quad (2)$$



1-连接板;2-旋转气缸;3-直线气缸;4-基板;5-夹持板;6-可拆夹块
图2 末端执行器

其中 F 为气缸额定驱动力, G 为气缸远端零件重力合力, η 为机械效率。

然后对气动元器件选型。因为 FESTO 产品已经模块化,便于设计,所以直接根据参数选型。气源处理单元采用过滤减压阀 MS 系列中的 MSB4-1/4:C3J2F3-WP 型号,具有过滤等级高、可调节压力、耐腐蚀等优点。气缸采用 DSNU 系列圆形气缸,其满足设计所需要求,并且造价低。根据工作条件,确定各臂长后,设计出机器人整体结构,见图3。工作时,大臂左侧气缸控制大臂俯仰;大臂右侧气缸控制前臂俯仰;前臂右侧气缸控制小臂俯仰;小臂上气缸控制末端执行器俯仰。

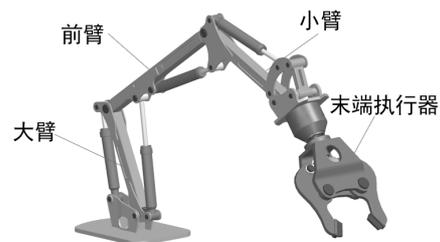


图3 抓取机器人整体结构

5 关键零件的有限元分析

利用 NX 自带模块分析机器人整体结构的危险截面。因为大臂、前臂和小臂横截面相似,且壁厚相同,只有连接处结构不同,所以先对受力最大的大臂进行分析。首先选择大臂的材料,然后对大臂进行网格化,再对大臂两端连接处添加约束,最后对大臂求解。结果如图4所示。根据求解结果可知,大臂的最大变形较小,可以忽略不计。最大应力在大臂与基座连接处。将计算得出的最大应力值与材料的强度极限做比较,发现其值远小于材料的强度极限,所以大臂的设计安全可靠。

前臂不仅与大臂和小臂相连,而且受到两个气缸的推拉作用,所以有必要验证其结构的安全性。以相同的方法进行计算,如图5所示,分析前臂关键位置的变形大小。根据得出的数值可知,变形较小也可以忽略不计。连接处的应力值也远小于前臂材料的强度极限值,所以前臂的设计安全可靠。

(上接 197 页)

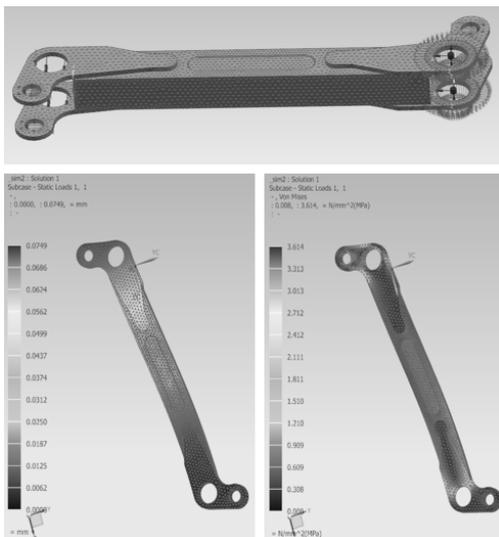


图 4 大臂分析图

从大臂和前臂的分析结果可知,其应力和变形都较小,而小臂材料与大臂和前臂相同,结构相似,受力最小,所以小臂一定符合设计要求。

6 结束语

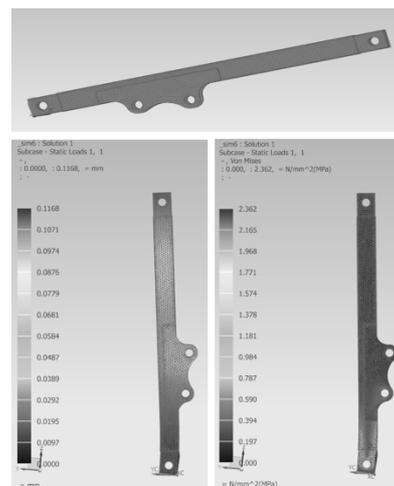


图 5 前臂分析图

本文设计了一种俯仰式机器人,其结构简单易于维护,采用气动驱动代替电机驱动,可用于易爆环境。但动作较单一,用于实际生产时需要配合输送机。装配工作前需要进行示教。

参考文献

[1]孙立宁,许辉,王振华,陈国栋.工业机器人智能化应用关键共性技术综述[J].振动测试与诊断,2021,41(02):211-219.