

机器人平衡系统的使用

东风汽车装备公司 吴 维

摘要 介绍了德国 KUKA 公司生产的关节式机器人中的液压-气动式平衡系统的原理、结构及应用。

主题词: 机器人 液压-气动平衡系统 原理 应用

1 引言

如何使机器人的平衡达到最佳状态,是个很重要的问题。由于关节式机器人臂杆的重心不通过其转轴,因而产生偏重力矩,它随着机器人臂杆运动的位置、速度以及加速度的不同不断变化着。这对机器人的运动学、动力学特性都有很大的影响,因此,机器人应具有良好的平衡系统。良好的平衡系统对改善和提高机器人的性能起着至关重要的作用。首先它可减小各关节的驱动力矩和驱动功率,从而减小驱动系统的重量和尺寸。其次,可减小不平衡力矩的波动,有利于控制和改善机器人的动力学特性,提高运行精度,此外,还可减少传动载荷和磨损,提高机器人的使用寿命等。

在工业机器人中,平衡系统大致可分为:附加配重式、弹簧式、气缸式、弹簧-凸轮式,以及液压-气动式。本文只介绍液压-气动式平衡系统。该系统的最大特点是压力可调,可实现不同载荷下的平衡,另外由于它的安装位置在大臂和腰部之间,因而丝毫不

影响机器人手臂的活动范围。

2 液压-气动式平衡系统的结构与工作原理

德国 KUKA 公司生产的工业机器人属关节式结构,它有六个自由度,主要由大臂、液压油缸、铰接回转单元、隔膜式蓄能器和测量接头、减压阀等组成,见附图。在机器人中连接活塞杆的铰接回转单元与大臂铰接,缸体端部与腰部基座连接。

工作原理

机器人大臂的初始位置是垂直状态。如果大臂向(+)或向(-)方向运动,活塞便随着向前或向后运动。当液压油进入蓄能器时,油腔中的压力油便不断向充满氮气的皮囊加压,随着活塞的不断向前运动,皮囊的压力也不断升高,直到活塞停止前进为止,这就是蓄能器储存能量的过程。当大臂回到零位时,液压油便又流回到油缸中,通过蓄能器能量的释放,使平衡缸维持一定的压力,从而实现机器人手臂的重力平衡。

(3)不需人工将坯料送入模具中,保障了人身安全。

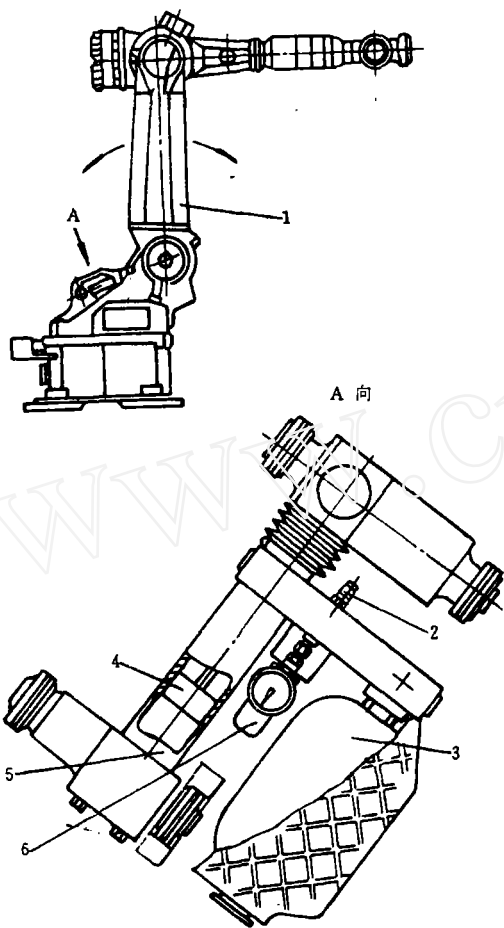
(4)经过技术改进,将下料宽度尺寸由139mm修正为135mm,全年可节约材料费用1.5万元。

改进后的切断成型复合模具突破了工

艺限制,取得了令人满意的效果,同时我们也认识到,只要能解决实际问题,在大胆设想和严谨论证的指导下勇于实践,就能取得满意的结果。

收稿日期 1998-03-20

从能量角度来看,蓄能器的作用就是克服机器人运动时的偏重力矩。当机器人手臂沿重力方向运动时,重力做功,平衡系统释放能量帮助做功,这样可减少机器人运动中的能量损失。这种平衡系统的压力可按载荷的变化调节,以实现不同载荷下的平衡,具有良好的全平衡特性。



附图 机器人外观图

3 液压平衡系统的调试与操作

3.1 平衡系统的卸压放油

当平衡系统需要拆卸、维修和保养时,首先应对系统进行卸压放油,在卸压放油前必须先将主开关放在“OFF”位置上,锁住开关后,再用吊车将机器人的大臂移到垂直位

置(注:大臂必须保证无位移后方可减压)。拧出出口阀上的防护螺帽,将一根专用油管固定在出口处,再打开排放阀上的螺塞,将液压油排放到容器内,直到液压油排完为止,这时压力表上的压力为零。

3.2 平衡系统的氮气填充与释放

从德国引进的机器人中,除附有填充和试验的辅助设备外,还有一台液压泵、蓄能器填充装置和专用连接管。

在向隔膜式蓄能器重新填充氮气之前,平衡器必须完成上述减压工作,然后将机器人安放在适当的位置,以便调整,此时液压系统的压力必须是零。填充氮气时应打开排放阀,连上排油管,以防止充气时产生背压,降低氮气的压力。

3.2.1 充气压力 P_0 的确定

充气压力在一般情况下应满足:

$$0.25P_2 \leq P_0 \leq 0.9P_1 \quad (1)$$

式中 P_0 ——充气压力值

P_1 ——系统最低工作压力值

P_2 ——系统最高工作压力值

上式表示,在系统最低工作压力情况下,蓄能器的隔膜仍未膨胀得与壳体内壁完全接触;在系统最高工作压力下,隔膜收缩后的体积不小于充气压力下原始体积的四分之一,这种情况隔膜的使用寿命最长。

当蓄能器用于平衡作用时,油缸的最大输出量为定值,这时充气压力 P_0 可不受上式限制,此时,充气压力可取为:

$$P_0 = P_2 + \Delta P$$

式中 $\Delta P = P_2 - P_1$

3.2.2 填充氮气的操作方法

填充氮气时应严格按照机器人操作说明书中的步骤执行。首先打开截止阀使气瓶压力升到 200bar,然后打开蓄能器上的卸压阀充氮气,使之达到所设定的压力值,待压力表读数稳定 2~3 分钟后方可结束。

3.2.3 释放氮气的操作方法

释放氮气和填充氮气一样都只允许用蓄能器填充装置操作。释放氮气时也是打开

减压阀使氮气压力下降到所需压力为止。如需修改压力值,需等待压力表的读数稳定2~3分钟后再操作。

3.3 液压油的填充

3.3.1 注油量的确定

液压平衡系统中的注油量应该是平衡缸的最大输入或输出量。注油量 V 等于油管内的存油量、蓄能器油液的存储量和油液的富裕量之和,即

$$V = AL + \frac{\pi}{4} d^2 L_H + \sigma_V \quad (2)$$

式中 A ——平衡缸活塞杆端的有效面积

L ——平衡缸的最大工作行程

d ——油管内径

L_H ——油管长度

σ_V ——油液的富裕量

注油量 V 还应满足下列条件:

$$V < \frac{3}{4} \Delta V$$

式中 ΔV ——蓄能器排放的有效容量

3.3.2 填充液压油

液压油在加注之前,必须经过过滤。过滤精度应小于 $3\mu\text{m}$ 。注油步骤也应严格按照机器人操作说明书中的要求执行。

KUKA 机器人平衡器中的油压和气压一般出厂时都已设定好,只有当手腕的负荷、小臂上的附加载荷以及手臂长度发生变化时,蓄能器的压力值才需重新设定,所需设定的值可在说明书给定的平衡系统压力表中查出。

无论是安装还是拆卸平衡系统都必须按要求执行。拆卸前必须是无压状态并切断电源;在拆装油缸过程中须细心,不要将活塞杆刮伤;油缸前端与大臂相连接的轴承孔内侧的轴肩距离必须相等,以保证油缸运行的直线性;所有密封处的紧固都必须按说明

书中的要求拧紧。

4 结束语

目前,KUKA 公司生产的新一代60kg以上级的关节式机器人都配有这种液压-气动平衡系统,该系统具有如下特点。

(1)布局设计合理,整个平衡系统结构简单、紧凑,在使用过程中易于调整,使用方便,便于维修。

(2)在不同的负载下,都具有良好的平衡性。

(3)在运动范围内,无不平衡力矩的波动,具有良好的运动平稳性。

(4)系统压力调节范围大,工作变载范围宽,容易实现不同载荷下的全平衡。

液压-气动平衡系统除具有以上一些优点外,也有一些缺点,如受环境温度的影响,平衡系统工作性能的好坏,很大程度上取决于油路能否避免出现气泡等,因此,必须正确掌握注油方法及操作步骤。

KUKA 公司不仅在关节式机器人中大量使用此平衡系统,而且在其它平衡机构中也推广使用,现已形成系列化产品。

我们希望通过液压-气动平衡系统原理、结构和使用方法的介绍,有助于大家对其了解掌握和正确使用,以便更好地发挥它的作用。此外,也有助于从事非标设计的技术人员学习和借鉴。

参考文献

- 1 《KUKA 机器人操作手册》,1994年。
- 2 《液压工程手册》,机械工业出版社,1990年。

收稿日期 1997-07-28