

绿色夹具:基于斜楔增力自锁机构的冲击式气动夹具

司广据, 钟康民

Green Clamping Device: Pneumatic Clamping Device with Impact Force
Composed of Lever and Self-locking Inclined-wedge Force Amplifier

SI Guang-ju, ZHONG Kang-min

(苏州大学 机电工程学院, 江苏 苏州 215021)

摘 要:介绍了一种基于斜楔增力自锁机构的冲击式气动夹具的工作原理,给出了力学计算公式。该夹具由无杆活塞气缸与杠杆-斜楔式两级增力机构组成,突出特点是利用气缸活塞加速运动所产生的冲击力,来松开斜楔机构。该夹具在切削加工过程时间较长的场合,节能效果显著。

关键词:斜楔; 增力机构; 自锁; 冲击力; 气动夹具; 绿色制造

中图分类号: TG751; TH138.51 文献标识码: B 文章编号: 1000-4858(2006)01-0073-02

1 前言

气动夹具的传动介质是清洁的压缩空气,绿色化程度可以说是相当高的。然而,气压传动的致命缺点是系统压力不可能太高(一般为 $0.4 \sim 0.7 \text{ MPa}$),因而往往造成气缸直径过大。解决这一问题的有效途径,一是利用机械增力机构将气缸的输出力放大后,再作用于工件上;二是将气压传动与具有自锁功能的斜楔、凸轮等增力机构进行组合,以便在加工过程中能停止供应压缩空气,实现节能。但上述具有自锁功能的增力机构,当压力角小到一定程度时,所需要的松开作用力,要显著大于夹紧时施加的作用力;这无疑增加了对气体压力的匹配难度。此前,气压传动与压力角较小的自锁增力机构的组合应用甚少,其原因也在于此。

为了提高夹具的绿色化水平,我们提出了利用气缸活塞加速运动所产生的冲击力,来松开斜楔、凸轮等自锁增力机构的构想,并设计了基于斜楔增力自锁机构的冲击式气动夹具。

2 工作原理

该夹具的工作原理如图 1 所示。在气缸内放置一个无杆的活塞,活塞的中部加工有一通过活塞中心的轴向长槽。将一两端都带有球头的驱动杠杆的一端球头,以较大的空隙插入活塞的轴向长槽中(球头直径远小于轴向长槽的轴向长度),另一端球头以适当的间隙配合插入斜楔上的盲孔中。初始位置时,驱动杠杆顶端球头位于长槽的右侧。当活塞在缸左腔压缩空气的作用下,以一定加速度向右运动一段距离后,轴向槽左壁才与驱动杠杆顶端球头相接触,并给球头施加一

个冲击力。在此冲击力的作用下,驱动杠杆以 O_1 为轴心,作顺时针方向摆动,从而驱动斜楔向左移动。活塞所受的轴向力,经过驱动杠杆-斜楔二次放大后,由力输出件向外输出作用力 F_0 夹紧工件(图示即为夹紧位置),此后便可对工件进行切削加工。由于斜楔夹紧机构具有自锁功能,切削加工过程中可停止向气缸供气,以实现节能。

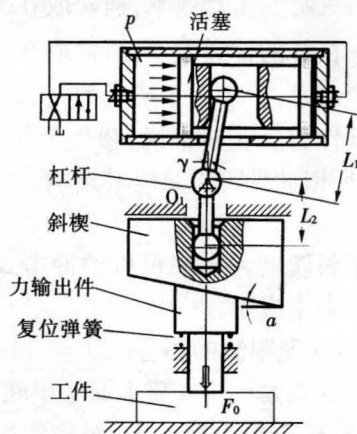


图 1 基于斜楔增力自锁机构的冲击式气动夹具

切削加工完毕后,气动换向阀换位,使压缩空气进入气缸右腔。活塞同样以一定加速度向左运动一段距离后,通过轴向槽右壁给驱动杠杆球头施加一个冲击力,从而推动杠杆作逆时针方向摆动,驱使斜楔作反向

收稿日期:2005-08-01

作者简介:司广据(1972—),男,江苏苏州人,讲师,硕士,主要从事夹具及复合传动技术方面的科研与教学工作。

运动。同时,力输出件在复位弹簧的推动作用下向上运动,完成复位松开工件。

由于松开斜楔夹紧机构所需要的作用力,要显著大于夹紧时施加的作用力。因此,活塞冲击力的主要意义在于,松开工件时能提供远大于静力平衡状态下作用于活塞上的轴向力。

3 力学计算

不考虑摩擦时,图1所示夹具系统在垂直方向的理论输出力 F_{ot} ,可用下式计算:

$$F_{ot} = \frac{\pi D^2 p L_1 \cos \gamma}{4 L_2 \tan \alpha} \quad (1)$$

式中

D ——活塞直径

p ——气缸左腔压力

L_1 、 L_2 、 γ ——如图中所示

α ——斜楔的理论压力角

考虑各接触面摩擦后,图1所示夹具系统的实际输出力 F_{op} ,可用式(1)计算:

$$F_{op} = \frac{\pi D^2 p L_1 \cos \gamma [1 - \tan(\alpha + \beta) \tan \theta] \eta_1 \eta_2}{4 L_2 [\tan(\alpha + \beta) + \tan \varphi]} \quad (2)$$

式中 β ——斜楔上斜面间的摩擦角

θ ——力输出件与导向孔之间的当量摩擦角^[1]

φ ——斜楔与滑道间的摩擦角

η_1 ——气缸的传动效率,通常取 0.7~0.9^[5]

η_2 ——杠杆的传递效率,通常取 0.97^[1]

需要注意的是,对于图1所示的夹具,还必须考虑复位弹簧的弹性力。一般来说,弹性力相对于斜楔的输出力很小,所以此处可以忽略其影响。

4 适用场合

上述基于斜楔增力自锁机构的冲击式气动夹具,适合在下列场合中应用。

1) 气缸直径受限制的场合

图1所示的夹紧机构实质上属于串联式的两级增力机构;其中杠杆作用为第一级,斜楔作用为第二级。因此,在要求输出的夹紧力一定的条件下,采用以上夹具能显著减小气缸的直径。

例如,某夹具要求输出的实际夹紧力为 $F_{op} = 15000$ N,根据公式(2),取系统压力 $p = 0.5$ MPa, $L_1/L_2 = 3$, $\alpha = 4^\circ$, $\gamma = 6^\circ$, $\beta = 7^\circ$, $\theta = 7^\circ$, $\varphi = 6^\circ$, $\eta_1 = 0.9$, $\eta_2 = 0.97$,则气缸直径 $D \approx 67$ mm。而若采用相同系统压力的气缸直接作用,则气缸的直径约为 200 mm。也就是说,采用图1所示夹具,使得气缸直

径缩小至直接作用式气缸直径的近 $1/3$ 。

2) 用气动夹具代替液压夹具

气动夹具的优点是介质清洁,可以说是一种“准绿色”夹具;缺点是系统压力不可能太高,因而往往造成夹具体积过于庞大。而液压夹具在上述两个方面的特点与气动夹具基本相反。利用本文提出的机构,在很多情况下可以用气动夹具来代替液压夹具,这在一定程度上适应了现代制造技术对夹具绿色化的发展要求。

3) 要求输出力方向与气缸或液压缸轴线相垂直的场合

工程实践中经常碰到一些夹具因为结构原因,需要输出力方向与气缸的轴线相垂直。采用本文所示夹具均能较好地解决这一问题。

5 夹具特点

本文提出的基于斜楔增力自锁机构的冲击式气动夹具,具有以下特点:

(1) 结构较为紧凑,刚性较好;

(2) 利用两级增力机构的力放大功能,在输出力一定的条件下,可显著降低气动系统的压力,或显著减小整个系统的体积。在系统压力一定的条件下,则可显著提高输出力;

(3) 在气动夹具中,利用机构的自锁功能,在需要长时间保持作用力的场合,可以让提供压缩气体的设备停止工作,节能效果显著;

(4) 利用自锁机构虽然可以实现节能,但是在夹具复位的过程中必需克服较大的工作阻力,对系统压力要求较高。为了降低系统压力,对气缸的结构作了创新性设计,引入冲击力的作用,较好地解决了这一矛盾,同时实现了节能目的。

参考文献:

- [1] 林文焕,陈本通. 机床夹具设计[M]. 北京:国防工业出版社,1987.
- [2] 钟康民,等. 钢球增力液压夹具[J]. 制造技术与机床, 1999(11): 47-48.
- [3] 钟康民,偏心夹紧流体传动夹具[J]. 新技术新工艺, 2003(12).
- [4] Edward G. Hoffman. Jig and Fixture Design[M]. Fourth Edition. Albany, USA: Delmar Publishers, 1996.
- [5] 现代机械制造工艺装备标准应用手册编委会. 现代机械制造工艺装备标准应用手册[M]. 北京:机械工业出版社,1997.