

# 液压-机械复合夹紧装置

盛小明 李欣 钟康民

(苏州大学机电工程学院, 江苏 苏州 215021)

**摘要:**提出了以可装配式内置齿条活塞杆与曲柄连杆机构组合得到液压-机械复合夹紧装置的创新设计理念,给出了具体设计案例和力学计算公式。案例说明,内置齿条活塞杆与曲柄连杆机构组合构成的液压-机械复合夹紧装置,具有高性能、高灵活性、短开发周期、低生产成本的特点。

**关键词:**复合夹紧装置 内置活塞杆 液压缸 曲柄连杆机构

## Hydraulic-Mechanical Composite Clamping Device

SHENG Xiaoming, LI Xin, ZHONG Kangmin

(School of Mechanical and Electronic Engineering, Soochow University, Suzhou 215021, CHN)

**Abstract:** An innovative design is introduced in this paper that composite clamping device is based on piston-rod built-in hydraulic cylinder and crank-link mechanism. The calculating formulas of composite clamping device are given and characteristic features of these devices are analysed. By this means relevant products with advantages of low cost, high capability and flexibility and short empolder period will be obtained in practice.

**Keywords:** Composite Clamping Device; Piston-rod Built-in; Hydraulic Cylinder; Crank-link Mechanism

随着各种设备对液压执行元件产品多样性、个性化要求的增高,需要根据不同用途、条件和性能对产品进行设计制造。市场对产品需求的变化越来越快,开发周期缩短,产品的复杂性增加,能够快速设计和制造出符合上述要求的产品变得十分重要。

液压-机械复合夹紧装置可以适应各种不同机械设备的需求,满足自动化设备模块化、可重用性、兼容性和多种需求的特点,以较小技术复杂性实现较大的复合夹紧装置功能多样化。

本文提出的基于内置齿条活塞杆式液压缸与曲柄连杆机构的复合夹紧装置,具有利用现有产品模块,形成新产品的能力,使产品生产周期缩短,实现高质量、大规模、快速、经济地响应市场的需求。

## 1 可装配液压-机械复合夹紧装置的设计思想

常见的内置齿条式活塞杆液压缸,其优点是刚性好、结构紧凑,但需通过串接其它机构才能输出力与运动,如通过齿条-齿轮机构来实现输出往复摆动运动。很多设计人员将齿条与活塞设计成整体式,使得这种结构液压缸,只能适用于单一用途,而不能适应不同用途、不同使用条件、不同性能的需求。

为了使内置活塞杆式液压缸满足高性能、高灵活性、短开发周期、低成本的可重构设计理念,这里提出了内置装配式齿条活塞杆液压缸的设计思想,其特点是:在不改变缸体、活塞结构与尺寸的前提下,即缸体、活塞是可以重复利用的条件下,只需改变齿条式活塞杆与齿轮的结构尺寸,即进行尺寸重构,就可满足不同的运动与力输出的要求。

## 2 基于装配式齿条活塞杆的液压-机械复合夹紧装置

### 2.1 外接正交曲柄连杆机构的液压-机械复合夹紧装置

图1所示的装置,是在内置装配式齿条活塞杆液压缸的基本结构上,外接一个正交曲柄连杆增力机构,进行力的传递、放大与输出。

上述夹紧装置的输出力为

$$F_{op} = \frac{\pi d^2 p R \cos \alpha}{4 r \sin(\alpha + \varphi)} \eta_c \eta_M \quad (1)$$

式中: $R$ 为齿轮节圆半径; $r$ 为曲柄与齿轮铰接中心至齿轮几何中心的距离; $\alpha$ 为连杆机构的理论压力角(如图1所示); $\varphi$ 为传动角, $\varphi = \arcsin(l \sin \alpha / r)$ , ( $l$ 为连杆的两个铰接中心之间的距离); $\eta_c$ 为液压缸的机械效

率;  $\eta_M$  为曲柄连杆机构的机械效率。曲柄连杆机构的实际增力系数  $i_p$  的计算公式为

$$i_p = \frac{R \cos \alpha}{r \sin(\alpha + \varphi)} \eta_M \quad (2)$$

公式(2)显示,当压力角  $\alpha$  和传动角  $\varphi$  较小时,其实际增力系数  $i_p$  远大于 1,即内置装配式齿条活塞杆液压缸在外接一个正交曲柄连杆增力机构后,可以将活塞的输入力放大若干倍。

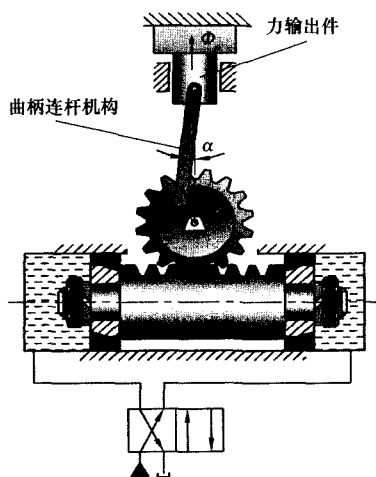


图1 外接曲柄连杆机构的液压-机械复合夹紧装置

## 2.2 外接对称曲柄连杆机构液压-机械复合夹紧装置

图1装置由于结构不对称,活塞与力输出件都因承受径向力而造成较大的摩擦损失。为改变该状态,在保持活塞结构不变的基础上,将内置活塞杆设计成双面齿条式,得到图2外接对称曲柄连杆机构的液压-机械复合夹紧装置。该装置的显著特点是:结构布局对称,活塞与力输出件的径向受力对称、平衡,所以活塞与缸体内壁之间、力输出件与其导向孔之间,理论上不存在偏载产生的摩擦力,实际摩擦力也很小,从而改善了图1结构中活塞和缸体之间单边磨损的状态。

图1所示装置与图2所示装置的力学计算公式是完全一致的。但是,图2所示装置由于活塞与力输出件受力对称、平衡,其力传递效率  $\eta_M$  的值,要显著高于图1所示装置,其使用寿命也将得到相应提高。

## 3 结语

本文以内置齿条活塞杆式液压缸为基本结构,配

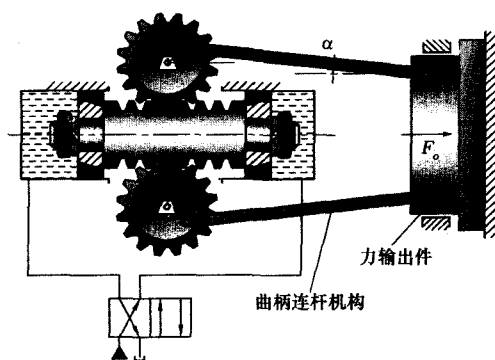


图2 外接对称曲柄连杆机构的液压-机械复合夹紧装置

合曲柄连杆机械增力机构,设计了液压-机械复合夹紧装置,以满足各种自动化设备对输出力的需求。其特点是:

(1) 所设计的液压-机械复合夹紧装置具有较大的力放大系数,而且结构对称摩擦力小,可以用较低的液压输入压力得到较大的输出力,从而达到降低功率消耗、降低设备成本的目的。

(2) 该液压-机械复合夹紧装置,通过改变内置多功能活塞杆、机械增力机构,还可以进行更多的设计和扩展,得到更多种类的液压-机械复合夹紧装置,以适应各种不同自动化机械设备的需求。

(3) 该液压-机械复合夹紧装置,实现了以低的重组成本、短开发周期得到具有高性能、高灵活性的可重构产品,以满足市场对产品需求的变化越来越快、产品性能要求越来越高的特点。

## 参考文献

- 1 盛小明,钟康民.基于固定式无杆活塞缸驱动的增力夹紧机构[J].机械制造,2005,43(10):71~72
- 2 王维,钟康民.基于无杆活塞缸的双向对中央紧装置[J].机械制造,2007,45(9)
- 3 柏青,钟康民.基于无杆活塞缸的气-液复合传动增压装置[J].流体传动与控制,2006(10):31~35

第一作者:盛小明,女,1960年生,硕士,高级工程师,主要从事液压与气压传动的教学与研究工作,已发表论文近20篇。

(编辑 蔡云生)

(收稿日期:2009-04-10)

文章编号:10245

如果您想发表对本文的看法,请将文章编号填入读者意见调查表中的相应位置。