

旋转推进液压缸的结构设计及工作原理

杨 红, 毕 雷, 陈文斌, 张敏树

(武汉工程大学机电工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要:针对现有液压执行元件只能实现单一的往复直线运动或旋转运动, 提出了一种新的液压执行元件——旋转推进液压缸. 将传统叶片式液压马达和液压缸两种执行元件进行耦合, 以液压马达的回旋运动部件取代液压缸体内的活塞部分, 在同一液压源的作用下, 在单一缸体内用两条油路就能实现具有负载能力的往复推进和旋转的复合运动. 由于复合运动基于同一液压源, 缸内的液压油可自动实现柔性的流量分配, 使液压缸输出的旋转往复运动具有弹性进给和能量互补的优良的自适应特性.

关键词:旋转推进; 液压缸; 复合运动; 弹性进给

中图分类号:TH137.51

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2013.01.017

0 引 言

液压传动的执行元件主要有液压马达和液压缸两大类型, 在液压作用下分别实现正反旋转运动或往复直线运动, 但在很多应用中需要上述两种运动的复合形式, 即旋转推进^[1-2]. 目前的旋转油缸或摆动油缸, 都只能实现液压作用下的一定转角范围内的活塞轴或缸体的转动, 多用于旋转定位功能, 而不能实现具有一定负载能力的旋转往复复合运动. 而在实际使用中, 具有负载能力的旋转往复复合运动的实现, 都需要相互独立的驱动机构组合使用, 系统结构复杂, 体积庞大^[3-6].

针对上述应用问题, 将液压马达和液压缸的结构特点相结合, 设计了一种结构简单的旋转推进液压缸, 可在单一缸体内实现具有负载能力的往复推进和旋转的复合运动.

1 旋转推进液压缸结构设计

旋转推进液压缸结构原理如图 1 所示. 液压缸由缸体、端盖、工作轴、定子、转子、配油盘等组成, 定子外缘与缸体内表面紧密配合, 以取代油缸活塞, 转子与工作轴相连接, 定子、转子的两端对称设置有配油盘^[7-8]. 液压油进入缸体, 一部分流量作用在配油盘端面所形成的活塞面上, 使活塞作往复运动; 另一部分流量通过配油盘上的开孔进入定子、转子所围成的封闭空间, 推动转子带动活塞杆作旋转运动. 具体的方案是缸体 18 内部设置有定子 6、转子 5、配油盘(4、7)、辅助轴连接块 9

和定位销 10, 其特征在于所述的定子 6 外缘与缸体 18 的内表面紧密配合, 所述的定子 6、配油盘(4、7)、辅助轴连接块 9 和辅助轴 13 通过定位销 10 连接成一个整体形成定子模块, 缸体 18 内壁上设置有限转滑道 17 与定子模块相配合, 以限制定子模块转动, 所述的转子 5 与工作轴 1 固定连接为一个整体, 其连接处的两端同时通过一对平面推力轴承(3、8)以及锁紧螺母 15 与定子模块连接成一体.

按上述方案, 工作轴 1 和辅助轴 13 分别外伸到缸体 18 的两端并与缸体两侧端盖相配合, 辅助轴上还连接有辅助轴限转块 12 以限制定子模块的转动, 克服工作轴旋转时产生的反作用力矩.

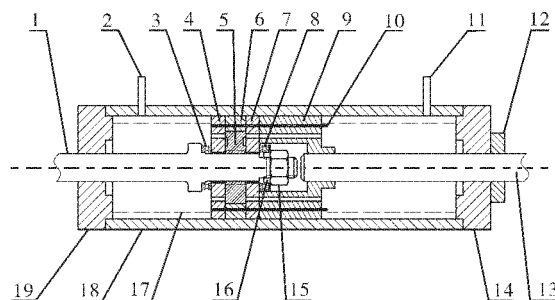


图 1 旋转推进液压缸结构原理

Fig. 1 Structural schematic of Rolling & Propulsive hydraulic cylinder

注: 1——工作轴, 2、11——进、出口, 3、8——推力轴承, 4、7——配油盘, 5——转子, 6——定子, 9——辅助轴连接块, 10——定位销, 12——辅助轴限转块, 13——辅助轴, 14——后端盖, 15——锁紧螺母, 16——定位套筒, 17——限转滑道, 18——缸体, 19——工作轴端盖

2 旋转推进液压缸的工作原理及技术特点

2.1 工作原理

旋转推进液压缸的旋转往复复合运动的原理如图 2 所示:液压油由平衡轴端进入到缸体中,进入缸体的液压油和套筒接触,而在套筒的通油孔装有单向阀,当液压力大于弹簧的弹力时,此时单向阀是导通的状态,液压油会进入配油盘,再通过配油盘进入定子与转子组成的空腔内,使转子相对于定子做旋转运动. 转子通过花键带动执行轴相对于定子做相对旋转运动. 而定子、配油盘、套筒、平衡轴通过定位销、螺纹等的连接,它们在液压力的作用下做绝对往复运动,所以执行轴可实现旋转和往复的复合运动.

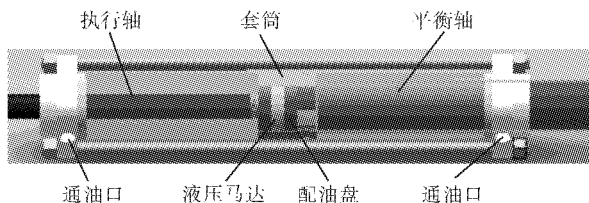


图 2 旋转推进液压缸的工作原理

Fig. 2 Schematic work of Rolling & Propulsive hydraulic cylinder

2.2 技术特点

(1)本旋转推进液压缸结构简单,操作方便,将传统液压马达和液压缸两种执行元件的特点结合起来,以液压马达的主要运动部件取代液压缸体内的活塞部分,在同一液压源的作用下,可实现活塞杆的往复推进和旋转复合运动.

本新型液压缸的压力油通过两侧端盖上开设的进、出油口,一部分流量作用在配油盘端面所形成的活塞面上,使活塞作往复运动;另一部分流量通过配油盘上的开孔进入定子、转子、叶片所围成的封闭空间,推动叶片,并由转子带动工作轴作旋转运动. 如此,在同一液压源的作用下,可实现工作轴的往复推进和旋转复合运动.

(2)由于复合运动基于同一液压源,缸内的液压油可自动实现柔性的流量分配,使油缸输出的旋转往复运动具有弹性进给和能量互补的优良的自适应特性. 当进给阻力增大,液压随之增大,从而提高液压马达的扭矩;当阻力减小,扭矩下降,达到节能目的.

流量分配特性:如图 1 所示,旋转推进液压缸包括有缸体 18、工作轴 1 和辅助轴 13,缸体 18 的两侧分别设置有后端盖 14 和工作轴端盖 19,所述的工作轴 1 和辅助轴 13 分别外伸到缸体 18 的两

端并与缸体两侧端盖相配合,所述缸体内部设置有定子 6、转子 5、以及一对配油盘(4、7),一对配油盘(4、7)对称设置于定子 6 和转子 5 的两端,将定子 6 外缘与缸体 18 的内表面紧密配合,以取代活塞,所述的定子 6、配油盘(4、7)、辅助轴连接块 9 和辅助轴 13 通过定位销 10 连接成一个整体形成定子模块,缸体 18 内壁上设置有限转滑道 17 与定子模块相配合,以限制定子模块转动,将转子 5 的花键槽连接工作轴 1,其连接处的两端设置有平面推力轴承(3、8)和锁紧螺母 15 与定子模块连接;缸体两侧设有进、出油口 2 和 11. 压力油通过一端油口进入工作腔后,总流量 Q 一分为二,流量 Q_1 作用在进油侧配油盘的端面形成的活塞面上,使活塞作推进运动;流量 Q_2 由配油盘上的开孔进入定子 6、转子 5 所围成的封闭空间,推动转子 5 带动工作轴 1 作旋转运动;通过两端油口的切换操作,可控制活塞的往复方向. 在单一缸体用两条油路就实现旋转与往复弹性进给,自动切换的复合运动.

辅助轴上还可以连接有辅助轴限转块 12 以限制定子模块的转动,与缸体 18 内壁上的限转滑道 17 一样,用于克服工作轴旋转时产生的反作用力矩,具体实现时可根据需要选择其一或两者并用.

(3)复合运动可基于同一液压源,也可进一步通过分离油路实现往复推进和旋转运动的分别控制.

由于工作轴的旋转与往复运动基于同一液压源,当工作轴的旋转扭矩负荷过大时,液压力会自动调节推动活塞做往复运动;当推力相对于扭矩过大时,工作轴的旋转运动就占主导. 因此,旋转推进液压缸可以自行调节,在单一缸体内仅用两条油路来实现旋转往复复合运动的弹性进给和能量互补. 通过巧妙的连接液压马达和液压缸的执行元件,使它们之间形成相对运动,通过控制它们的相对运动来控制执行轴的运动.

3 结 语

该液压缸把两种传统的液压执行元件的功能全部集成一体,由缸体、端盖、工作轴、定子、转子、配油盘等组成,定子外缘与缸体内表面紧密配合,以取代油缸活塞,转子与工作轴相连接,定子、转子的两端对称设置有配油盘. 液压油进入缸体,一部分流量作用在配油盘端面所形成的活塞面上,使活塞作往复运动;另一部分流量通过配油盘上的开孔进入定子、转子所围成的封闭空间,推动转

子带动活塞杆作旋转运动. 在单一缸体内用两条油路就能实现旋转与往复运动的弹性进给和自动切换. 该项技术结构简单, 操作方便, 可广泛应用到机床运动控制、掘进工程、搅拌工程、油田钻探开采等工程领域. 该项技术已获得实用新型专利, 专利号为: ZL201120373786. 3.

致谢

衷心感谢武汉博惠科技有限公司提供的设备支持.

参考文献:

- [1] 许贤良, 韦文术. 液压缸及其设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 2011.
- [2] 陆望龙. 液压马达选用与维修手册[M]. 北京: 化学

工业出版社, 2011.

- [3] 张璐, 李卫民, 吴凤杰. 液压油缸密封可靠性研究与结构的统一[J]. 辽宁工学院学报, 2006, (5): 319-321.
- [4] 赵晶, 吴少祥, 刘财民. 集成式全功能电动液压油缸结构及工作原理[J]. 专用汽车, 2010(3): 48-49.
- [5] 林伊. 液压油缸密封选型设计[J]. 采矿技术, 2007(3): 45-46.
- [6] 杨凌峰, 李丹. 液压油缸活塞的改进设计[J]. 矿业快报, 2000(18): 12-14.
- [7] 朱天锡. 液压马达[P]. 中国专利: CN3605005, 2007-01-31.
- [8] 袁祥云, 颜勇, 周莉刚. 液压马达(F 系列) [P]. 中国专利: CN3642999, 2007-05-09.

Structure design and working principle of rolling & propulsive hydraulic cylinder

YANG Hong, BI Lei, CHEN Wen-bin, ZHANG Min-shu

(School of Mechanical and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Aimed at the linear reciprocating motion or rotary movement of the existing hydraulic actuators, a new hydraulic actuator of rotary propulsion hydraulic cylinder was proposed. Coupled with the traditional vane hydraulic motor and hydraulic cylinder, hydraulic motor turning movement parts we used to replace hydraulic piston in the cylinder part. In the same action of hydraulic source, the reciprocating propulsion and rotating combined motion with load capacity was realized in a single cylinder with two oil circuit. Because of the combined motion based on the same hydraulic source, the hydraulic oil in the cylinder can automatically realize soft flow distribution. The result show that the rotation reciprocating motion of hydraulic cylinder has the features of good adaptive characteristics in elastic feed and energy complementary.

Key words: rolling & propulsive; hydraulic cylinder; combined motion; elastic feed

本文编辑: 陈小平