

自动锻压机送料凸轮返回机构改进设计

■ 齐二机床（集团）有限责任公司设计院 （黑龙江齐齐哈尔 161005） 刘洪成

■ 沈阳远大压缩机股份有限公司 （辽宁 110027） 蒋文瀚

摘要：现有自动锻压机送料凸轮的返回机构选用的是弹簧的弹性返回，但在工作中会出现噪声大、易损坏的情况，有时候不能完全跟上工作速度，用户反映不是很好用。根据以往经验，通过精确计算，进行精化改进设计，改成专用的气缸返回，俗称“气弹簧”。在产品的应用中，性能优越，可完全取代弹簧。

1. 机构原理及现状分析

(1) 工作原理。原机构为自动锻压机的送料传动机构（见图1），由曲柄滑块机构带动送料箱实现线料的进给运动。主传动的曲轴通过胀套带动凸轮1逆时针旋转，通过滚子2，推动摆叉5绕着支点转动，摆叉5通过连杆6的传递，实现摆叉7的往复运动，使线料能够按照生产要求进行送进。

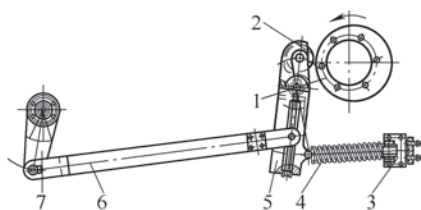


图1 机构运动图

1.凸轮 2.滚子 3.调整器 4.弹簧
5、7.摆叉 6.连杆

(2) 现状分析。在上述的结构中，弹簧4起到弹性返回的作用，在工作的过程中使滚子2能紧贴凸轮1。但是在现实中弹簧属于易损件，需要定期更换。工作行程较大时，需要的弹簧长度会很长，不但容易变弯，也直接影响机床的外形尺寸。所以考虑用

轴向尺寸短、噪声小，动作反应灵敏，使用可靠且耐用的气缸来代替弹簧。

2. 改进结构分析与计算

(1) 原结构弹簧参数分析。本课题以本公司3 000kN多工位筒形件冷成形机为例，参数如图2所示：切断最大直径为24mm；送料长度为40~200mm；弹簧长度为564mm；生产率是70件/min。

根据已知条件，首先计算弹簧的弹簧刚度为

$$K_f = \frac{Gd}{8C^3n} \quad (1)$$

式中， K_f 是弹簧刚度（N/mm）； G 是弹簧材料的切变模量（MPa），弹簧材料选用60Si2MnA，查设计手册，其切变模量 $G=80\ 000\text{MPa}$ ； d 是钢丝直径（mm）， $d=16\text{mm}$ ； D 是弹簧平均直径（mm）， $D=90\text{mm}$ ； C 是旋绕比， $C=D/d=90\text{mm} \div 16\text{mm}=5.625$ ； n 是工作圈数， $n=18$ 。

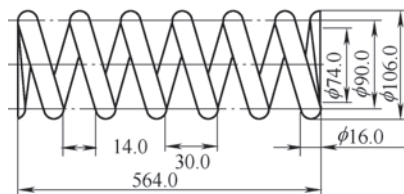


图2 弹簧尺寸图

将各个参数代入公式（1）得到弹簧的弹簧刚度为

$$K_f = \frac{Gd}{8C^3n} = \frac{80\ 000\text{MPa} \times 16\text{mm}}{8 \times 5.625^3 \times 18} = 49.944\text{N/mm}$$

经确定弹簧在四杆机构工作过程中的产生的弹簧力为

$$F = K_f L_1 \quad (2)$$

式中， F 是弹簧力（N）； L_1 是工作行程（mm）。

经过四杆机构的校验，测得弹簧的工作行程为 $L_1=120\text{mm}$ ，代入公

式(2)中,得到弹簧提供的弹簧力为

$$F=K_F L_1=49.944\text{N/mm}=5\,993\text{N}$$

(2) 新型结构设计。依据现场反馈回来的信息,改进设计,采用气缸(气弹簧)代替弹簧。气缸是将压缩空气的压力转化为机械能的传动装置,在自动锻压机中应用很多。最初设计选用成品的外购件为双作用气缸(见图3),但考虑到选用标准气缸后,还需加上换向阀,并且在联接处需要进行基本件设计,总体结构就比较复杂,综合考虑选用自主设计的气缸(见图4)。

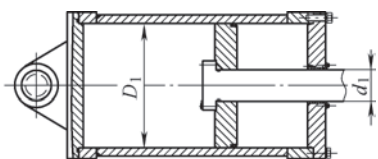


图3 标准气缸

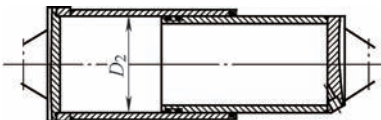


图4 新设计气缸

采用新型气缸后,此气缸只有一个进气口,按设计要求只有推力,没有拉力,正符合气弹簧的要求。采用推力公式

$$F_1 = \frac{nD^2 P}{4} \quad (3)$$

式中, F_1 是气缸推力(N); D 是气缸缸径(mm); P 是空气工作压力(MPa),按照现场气源提供的压力,应选取 $P=0.6\text{MPa}$ 。

在实际中,由于漏气和摩擦等损失,引入负载率的概念,它是由负载性质和气缸的运动速度选定的

$$\beta = \frac{F_s}{F_1} \quad (4)$$

式中, β 是负载率,查阅参考资料得到,一般场合选取 $\beta=65\%$; F_s 是气缸所受的实际负载力(N)。

计算气缸的工作速度 $V=2 \times$ 气缸单向行程 $L_1 \times$ 生产率 $=2 \times 120\text{mm} \times 70\text{r/min} = 280\text{mm/s}$,查询标准气缸的使用速度要求为 $50 \sim 500\text{mm/s}$,比较后满足要求。

在上述计算中得到弹簧在工作过程中产生的最大弹簧力为 $F=5\,993\text{N}$,如果换成气缸,则设 $F_s \approx F=5\,993\text{N}$ 。将参数带公式(3)和(4)中,计算气缸缸径 D 为

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi P}} = \sqrt{\frac{4F_s}{\pi P \beta}} = \sqrt{\frac{4 \times 5\,993\text{N}}{3.14 \times 0.6\text{MPa} \times 65\%}} = 139.9\text{mm} \quad (5)$$

按照缸径系列尺寸圆整,取缸径 $D=140\text{mm}$ 。

根据结构尺寸设计新气缸(见图5)。本气缸由三部分构成:缸盖、缸筒及活塞。可见本结构无活塞杆,其工作原理是通过两个一端封闭的套筒联接,形成一个充满 0.6MPa 气体的密闭空间,活塞的外壁与缸筒3的内壁接触轴向滑动,保证在压缩时有足够的空间,防止压力过高发热。本结构在端盖上开一个接口联接进气管路,在工作时开动管路前的手动换向阀门,使气体进入气缸内。如果需要更换和维修,就把手动

换向阀换到放空阀方向。在缸筒的内壁上采用镀硬铬处理,提高耐磨性和寿命。采用结构先进、品质优良的密封组件,可在无供油情况下正常工作,气缸始动压力低,寿命长。两端通过轴铰链联接摆架和支架,中间采用自润滑轴承。

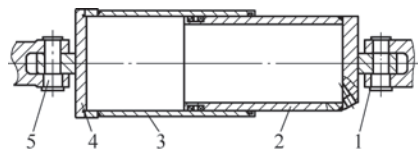


图5 新气缸结构图

1.自润滑轴承 2.活塞 3.缸筒
4.缸盖 5.联接轴

3. 结语

自动锻压机送料凸轮返回机构采用气缸复位,启动快、动作反应灵敏,在工作时间范围内,没有出现任何质量问题。此结构已经成功应用在我厂改进设计的机床上,使用效果良好,深受用户好评,满足了产品合理化设计的要求,为今后的结构设计提供了经验。

参考文献:

- [1] 何德誉. 曲柄压力机[M]. 北京: 机械工业出版社, 1981.
- [2] 宋锦春, 苏东海, 张志伟. 液压与气压传动[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [3] 刘磊. 自动锻压机送料机构压料装置的改进[J]. 锻压装备与制造技术, 2012, 47(2): 35-36.
- [4] 机械设计手册联合编写组. 机械设计手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1982.

MW (收稿日期: 20150720)