自动锻压机送料凸轮返回机构改进设计

刘洪成，蒋文瀚

摘要：现有自动锻压机送料凸轮的返回机构在选用弹簧的弹性返回时，工作中会出现噪声大、易损坏，有时不能完全跟上工作速度等情况，用户反映不是很好用。根据经验，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”，在产品应用中，性能优越，完全取代了弹簧。

关键词：锻压机；返回机构；改进

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材料的进给运动。主传动曲轴通过胀套带动凸轮3逆时针旋转，通过滚子4，推动摆叉7绕着支点转动，摆叉7通过连杆2的传递，实现摆叉1的往复运动，从而实现线料能够按照生产要求送进。

（2）现状分析　在上述结构中，弹簧6起到弹性返回的作用，在工作过程中使滚子4能紧贴凸轮3，但在现实中弹簧属于易损件，需要定期更换。工作行程较大时，需要弹簧长度会很长，此时不但容易变弯，也直接影响自动锻压机外形尺寸，所以考虑用轴向尺寸短、噪声小、动作反应灵敏、使用可靠和寿命长久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　以我公司3000kN多工位筒形件冷成形机为例，参数为：切断最大直径为24mm，送料长度40～200mm，弹簧长度564mm，生产率70件/min。

根据已知条件首先计算弹簧的弹簧刚度

$$k_f = \frac{Gd}{8C^3n}$$

式中 k_f——弹簧刚度（N/mm）；

G——弹簧材料的切变模量（MPa），弹簧材料选用60Si2MnA，弹簧尺寸如图 2 所示，查设计手册，其切变模量G=80000MPa；

d——钢丝直径，16mm；

C——旋绕比，$C=D/d=90\text{mm}/16\text{mm}=5.625$（此处$D$为弹簧平均直径，取$D$=90mm）；

n——工作圈数，n=18。

将各个参数带入公式得到弹簧的弹簧刚度

$$k_f = \frac{Gd}{8C^3n} = \frac{80000\times16}{8\times5.625^3\times18} = 49.944\text{N/mm}$$

经确定弹簧在四杆机构工作过程中产生的弹簧力为

$$F = k_f L_1$$

式中 F——弹簧力（N）；

L_1——工作行程。

经过四杆机构的校验，测得弹簧工作行程为L_1=120mm，带入公式中，得到弹簧提供的弹簧力

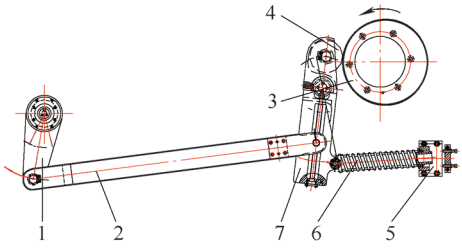

图1　机构运动

1. 摆叉　2. 连杆　3. 凸轮　4. 滚子
5. 调整器　6. 弹簧　7. 摆叉

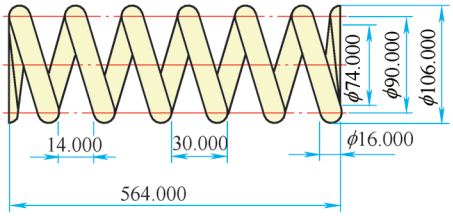

图2　弹簧尺寸

$$F = k_f L_1$$
$$= 49.944\text{N/mm} \times 120\text{mm}$$
$$= 5993\text{N}$$

（2）新型结构设计　依据现场反馈信息，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，在自动锻压机应用很多。最初设计选用成品的外购件双作用气缸（见图3），但考虑到选用标准气缸后，还需加上换向阀，并且在连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）。

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，符合气弹簧的要求。采用推力公式

$$F_1 = \frac{\pi D^2 p}{4}$$

式中 F_1——气缸推力（N）；

D——气缸缸径（mm）；

p——空气工作压力（MPa），按照现场气源提供的压力选取p=0.6MPa。

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

$$\beta = \frac{F_S}{F_1}$$

式中 β——负载率，查阅参考资料得到，一般场合β=65%；

F_S——气缸所受的实际负载力（N）。

计算气缸工作速度 v =2 × 气缸单向行程 L_1 × 生产率 =2 × 120mm × 70r/min =280mm/s，查标准气缸速度为50~500mm/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F=5993N，如果换成气缸，则设$F_S \approx F$=5993N。将参数带入公式，计算气缸缸径

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{\pi p}} = \sqrt{\frac{4F_S}{\pi p \beta}}$$
$$= \sqrt{\frac{4 \times 5993\text{N}}{3.14 \times 0.6\text{MPa} \times 65\%}}$$
$$= 139.9\text{mm}$$

按照缸径系列尺寸圆整，取缸径D=140mm。

根据结构尺寸设计新气缸（见图5，产品现场见图6）。本气缸由三部分构成：缸盖4、缸筒3、活塞2。可见本结构无活塞杆，是通过两个一端封闭套筒连接，形成一个封闭腔，保证在压缩时有足够空间，防止压力过高发热。在端盖上开一个接口连接进气管路。在缸筒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。两端通过轴铰链连接摆架和支架，中间采用自润滑轴承。

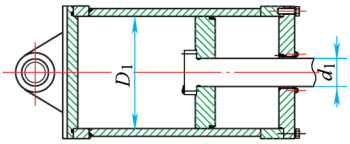

图3　标准气缸

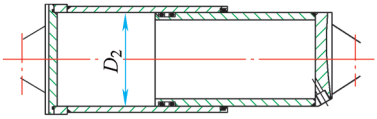

图4　新设计气缸

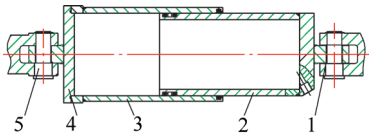

图5　新气缸结构

1. 自润滑轴承　2. 活塞　3. 缸筒
4. 缸盖　5. 连接轴

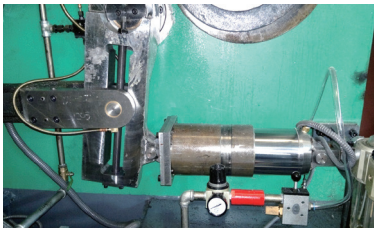

图6　产品现场

3. 结语

自动锻压机送料凸轮返回机构采用气缸复位，起动快，动作反应灵敏。此结构已经成功应用在我厂改进设计的压力机上，使用效果良好，深受用户好评，实现了产品合理化设计的要求，为今后结构设计提供经验。

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.

作者简介：刘洪成，齐二机床（集团）有限责任公司设计院；蒋文瀚，沈阳远大压缩机股份有限公司。

MW 20160330