

拉深变压边力机构的设计

江财明¹,管爱枝¹,吴立军¹,金晶¹,曾金龙²

(1. 浙江科技学院机械与汽车工程学院,杭州 310023;2. 皮尔集团公司常山皮尔轴承有限公司,浙江常山 324200)

摘要:针对拉深压边力的理想变化需求,根据凸轮机构运动的特点,设计了一种凸轮斜块组合式变压边力机构。通过凸轮将上滑块的运动转换为斜块的纵向运动,从而调节拉深模中弹簧的压缩量而改变压边力;通过改变凸轮的轮廓曲线、初始位置和转动角度或斜块的倾斜角,可实现预期的压边力变化。

关键词:拉深;变压边力机构;凸轮斜块;弹簧

中图分类号: TG385

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2009)03-0224-03

Design of variable blank holder force mechanism for drawing process

JIANG Cai-ming¹, GUAN Ai-zhi¹, WU Li-jun¹, JIN Jing¹, ZENG Jin-long²

(1. School of Mechanical and Automotive Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China; 2. Changshan Peer Bearing Co., Ltd, Peer Group of Company, Changshan 324200, China)

Abstract: In order to meet the ideal changing curve of blank holder force (BHF) in drawing process, a new variable blank holder force (VBHF) control mechanism mainly comprised of cam and two ramps was designed according to the motion characteristics of the cam mechanism. The vertical movement was transferred from the upper press ram to the ramp by the cam movement in the VBHF control mechanism, so as to change the compression length of the springs to vary the BHF. And the VBHF curves as expected could be obtained by changing the shape, original position and rotation angle of the cam, or the inclined angle of the ramps.

Key words: drawing process; VBHF mechanism; cam and ramps; spring

在板料拉深成形过程中,压边力是控制板料成形的重要工艺参数。压边力过小,毛坯凸缘材料在切向压应力的作用下易发生起皱现象;而压边力过大,毛坯危险断面的拉应力会相应增大,拉裂倾向大。理论及实践表明^[1]:板料拉深凸缘最容易失稳

起皱的位置在 $R_1 = (0.8 \sim 0.9)R_0$ (R_1 为凸缘半径, R_0 为毛坯直径),因此压边力 Q 最好能随拉深进程而相应变化,即在板料拉深初期压边力应逐渐增大到最大值 Q_{max} ,随后逐渐减小,如图1所示。

拉深模常用的压边装置有弹性压边和刚性压边2种方案:一是在单动压力机上,采用弹簧或橡胶等

收稿日期: 2009-06-14

基金项目: 浙江省科技计划项目(2006C21052)

作者简介: 江财明(1986—),男,浙江慈溪人,本科生。

通讯作者: 管爱枝,讲师,硕士,主要从事材料成形及模具CAD/CAE/CAM研究。

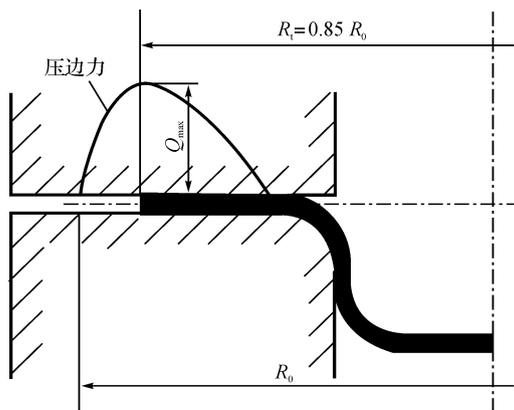


图 1 拉深压边力的理想变化曲线

Fig. 1 The ideal changing curve of BHF in drawing process

弹性元件产生压边力,压边力随着拉深行程的增加而增加;二是在双动压力机上,压边力由外滑块产生,并且在拉深过程中始终保持不变,其拉深效果较第一种好,但不适用于普通压力机。

2 种常用压边方案的压边力—拉深行程的关系曲线与图 2 中压边力的理想变化曲线相差甚远,不能满足工程实际的需要。要使压边力在受控下变化,就需要研制使传统压力机具有施加可变压边力的能力,即配置与之相适应的变压边力控制装置。

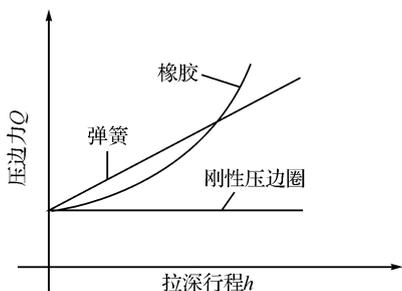


图 2 2 种常用压边方案的压边力—拉深行程关系

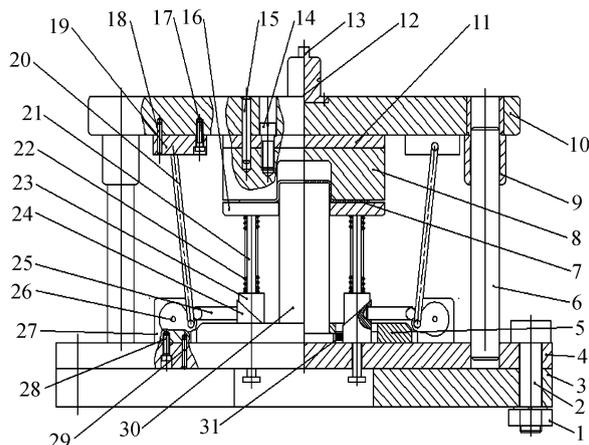
Fig. 2 The relationship of BHF and drawing distance with two traditional blank holder methods

近年来,国内外许多研究人员对变压边力控制技术进行了研究,取得了丰富的研究成果^[2-7]。本研究根据凸轮机构可实现任意预期运动规律的特点,设计了一种机械式变压边力控制机构。在冲压拉深的过程中,由凸轮斜块组合式变压边力机构协同弹簧压边装置控制压边力,使压边力合理并接近理想压边力曲线的变化,以满足拉深工艺要求。

1 变压边力机构的工作过程

为了实现压边力随拉深行程变化的要求,设计了一种采用凸轮斜块组合式变压边力机构的拉深

模,模具结构如图 3 所示。模具的压边力由弹簧压边机构和凸轮斜块组合式变压边力机构共同控制。压边力由两部分组成:第 1 部分为上模随上滑块向下移动所产生的弹簧压缩力 Q_1 ,第 2 部分为凸轮在转动过程中斜块运动导致弹簧压缩量变化而产生的力 Q_2 。凸轮的形状和斜块倾斜角控制压边力的变化,总压边力的大小由弹簧压缩量控制。



1 - 螺母;2 - 螺栓;3 - 固定底座;4 - 下模座;5 - 凸模固定板;6 - 导柱;7 - 零件;8 - 凹模;9 - 导套;10 - 上模座;11 - 垫板;12 - 模柄;13 - 打杆;14, 17, 28 - 螺钉;15, 18, 29 - 销钉;16 - 压边圈;19 - 压杆固定板;20 - 压杆;21 - 导向杆;22 - 弹簧;23 - 上斜块;24 - 下斜块;25 - 球头推力杆;26 - 凸轮;27 - 凸轮固定板;30 - 凸模;31 - 下斜块复位弹簧

图 3 变压边力拉深模具

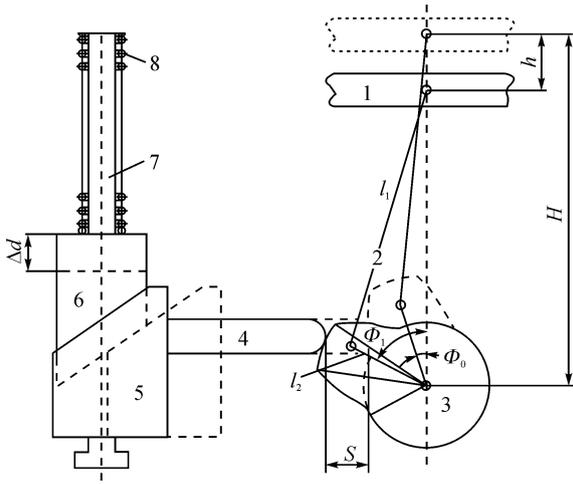
Fig. 3 The drawing die with the VBHF control mechanism

拉深模变压边力机构的工作过程为:压力机滑块带动上模下行,当凹模下端面接触毛坯时,拉深开始。上模继续下行时,毛坯被拉入凹模内,由弹簧 22 产生的压边力经压边圈 16 传递给毛坯;随着上模下行,凸轮斜块组合机构中压杆推动凸轮绕回转中心旋转,凸轮机构处于升程阶段,凸轮推动球头推力杆和下斜块向内侧水平运动,则上斜块会在下斜块的作用下向上运动,凸轮推力杆达到最大升程位移 S 时,弹簧压缩量增加 Δd ,压边力增大至 Q_{\max} 。凸轮继续回转一定角度后,机构进入降程阶段,弹簧压缩量相应减小,压边力逐渐减小,即可得到合理的拉深压边力,此状态维持到整个拉深过程结束。

2 变压边力机构的工作原理和设计

凸轮斜块组合式变压边力机构的工作原理如图 4 所示^[8]。

由几何关系得上模座下降的距离 h 与拉深任意时刻时凸轮绕回转中心所转过的角度 Φ_1 的关系为:



1 - 上模座;2 - 压杆;3 - 凸轮;4 - 球头推力杆;5 - 下斜块;6 - 上斜块;7 - 导杆;8 - 弹簧

图4 变压边力机构的组成和工作原理

Fig. 4 The composition and operation principle of the VBHF control mechanism

$$\Phi_1 = \arccos \frac{l_2^2 - l_1^2 + (H-h)^2}{2(H-h)l_2} \quad (1)$$

式(1)中: l_1 为压杆长度; l_2 为压杆与凸轮铰接处与凸轮回转中心的距离; H 为拉深开始时上模座与凸轮回转中心的距离; h 为拉深时上模座下降的距离。

拉深刚开始时,凸轮绕中心转过的角度 Φ_0 为:

$$\Phi_0 = \arccos \frac{l_2^2 - l_1^2 + H^2}{2HL_2} \quad (2)$$

设从拉深开始时上模座下降的距离为 h ,则凸轮转过的角度 φ 为:

$$\varphi = \Phi_1 - \Phi_0 = \arccos \frac{l_2^2 - l_1^2 + (H-h)^2}{2(H-h)l_2} - \Phi_0 \quad (3)$$

假定从动件的运动规律为等加速等减速运动规律,则凸轮机构升程时球头推力柱的位移 S 为:

$$S = \frac{2h^*}{\Phi} \varphi^2 \quad (4)$$

式(4)中: h^* 为从动件的最大位移; Φ 为凸轮的升程角。

将式(3)带入式(4)中得:

$$S = \frac{2h^*}{\Phi} \left[\arccos \frac{l_2^2 - l_1^2 + (H-h)^2}{2(H-h)l_2} - \Phi_0 \right]^2 \quad (5)$$

假定斜块斜边的斜率为 $\tan\alpha$,则在球头推力杆的作用下上斜块的纵向位移(即凸轮和斜块组合机构作用下的弹簧压缩量)为:

$$\Delta d = S \cdot \tan\alpha =$$

$$\frac{2h^*}{\Phi} \left[\arccos \frac{l_2^2 - l_1^2 + (H-h)^2}{2(H-h)l_2} - \Phi_0 \right]^2 \cdot \tan\alpha \quad (6)$$

因此,作用在坯料凸缘部分的压边力为:

$$Q = Q_1 + Q_2 = Q_1 + n \cdot k \cdot \Delta d = n \cdot k \cdot x +$$

$$n \cdot k \cdot \frac{2h^*}{\Phi} \left[\arccos \frac{l_2^2 - l_1^2 + (H-h)^2}{2(H-h)l_2} - \Phi_0 \right]^2 \cdot \tan\alpha \quad (7)$$

式(7)中: Q_1 为上模随上滑块向下移动所产生的弹簧压缩力,随拉深行程增加而线性增加; Q_2 为凸轮在转动过程中斜块运动导致弹簧压缩量变化而产生的力; n 为弹簧的个数; k 为弹簧的弹性系数。

式(7)反映变压边力机构提供的压边力 Q_2 随拉深行程 h 的变化关系。 Q_2 在拉深行程的变化取决于 Δd 的变化规律。凸轮斜块组合机构的变压边力机构中有2种方式可控制 Δd 的变化:一是改变凸轮的轮廓曲线形状、初始位置及转动角度,即控制凸轮在一个拉深行程中的工作区间;二是改变斜块的倾斜角。通过合理设置,该机构可实现多种不同的压边力变化模式。

3 结语

根据凸轮机构从动件可实现任意预期运动规律的特点,设计出了凸轮斜块组合机构的机械式变压边力机构,用弹簧压边机构和凸轮斜块组合式变压边力机构共同控制拉深过程中压边力的变化。该组件结构紧凑、体积小巧,可实现机械式的多点变压边力压边;相比液压和数控的多点变压边力压边方式,该组件具有成本低、动作可靠的特点。通过改变凸轮的轮廓曲线、初始位置和转动角度或者斜块的倾斜角,可实现多种不同的压边力变化,改善拉深产品的质量。

参考文献:

- [1] 肖景容,姜奎华. 冲压工艺学[M]. 北京:机械工业出版社,1999.
- [2] SIEGERT K, DOEGE E. CNC hydraulic multipoint blank holder system for sheet metal forming processes[J]. Annals of the CIRP, 1993, 42(1): 319-322.
- [3] SHENG Z Q, JIRATHEARANAT S, AHAN T. Adaptive FEM simulation for prediction of variable blank holder force in conical cup drawing[J]. Machine Tools & Manufacturing, 2004, 44(5): 487-494.
- [4] 孙成智,陈关龙,林忠钦,等. 基于数值模拟的变压边力优化设计[J]. 上海交通大学学报, 2004, 38(7): 1086-1090.
- [5] 吕盾,陈炜,姜银方,等. 变压边力控制技术的研究现状和发展趋势[J]. 模具工业, 2006, 32(4): 37-41.
- [6] 秦泗吉. 压边力控制技术研究现状及伺服数控压边方法可行性探讨[J]. 中国机械工程, 2007, 18(1): 120-125.
- [7] 柳建安,肖亮,董永平. 新型变压边力拉深模设计[J].

模具工业,2008,34(5):20-23.

社,1996.

- [8] 郑文纬,吴克坚. 机械原理[M]. 北京:高等教育出版