

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2013.06.014

新型计算机控制多点上置式变压边力拉深装置的研究*

丁明明¹, 许少宁², 蔡丹云¹

(1. 浙江水利水电学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江省机械工业情报研究所, 浙江 杭州 310009)

摘要: 针对原有变压边力压力机存在的结构缺陷及刚度不足等问题, 研制了一套新型的计算机控制多点上置式变压边力拉深装置。详细地介绍了该拉深装置的设计方法、组成结构、工作原理, 以及其液压和控制系统的实现; 为了验证该装置的实际应用效果, 进行了盒形件和筒形件的拉深实验。实验及研究表明, 该拉深装置控制效果好、通用性强、成本低廉, 具有一定的推广应用价值。

关键词: 变压边力压力机; 多点控制; 拉深

中图分类号: TG315.4; TH39; TH16; TP24

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2013)06-0700-04

Deep drawing device with new computer multi-point controlled upper variable blank-holder force

DING Ming-ming¹, XV Shao-ning², CAI Dan-yun¹

(1. Zhejiang University of Water Resources and Electric Power, Hangzhou 310018, China,

2. Zhejiang Institute of Mechanical Industrial Information, Hangzhou 310009, China)

Abstract: Aiming at the construction defects and low rigidity of the variable blank holder force hydraulic press, a deep drawing device with computer multi-point controlled upper variable blank-holder force was developed. Details of the device, such as the design method, structure, the working principle, design and realization of the hydraulic system and control system, were presented. The test of deep drawing for a rectangular box and a cylindrical cup formed component was carried out to verify the effect of application of this device. The results show that the deep drawing device is featured with low cost, versatility and high efficiency, popularization and application.

Key words: hydraulic press with variable blank-holder force; multi-point control; deep-drawing

0 引 言

对于盒形件、汽车覆盖件等复杂薄板冲压件, 在拉深成形时, 由于板材各部分流入模具型腔的流速不一致, 在各阶段, 板材各部位对压边力的需求是变化的。变压边力控制技术的研究是当前国内外薄板件成形关键技术研究的热点。所谓变压边力控制是指在板材拉延成形过程中, 在冲压拉深件法兰位置上施加随时间变化的压边力, 通过各点正向压力大小的调节而改变毛坯与模具接触面的摩擦阻力大小, 从而增

加板材中的拉应力, 减小毛坯的切向压应力, 最终达到控制金属流动, 避免或有效抑制板材成型中起皱和断裂的作用^[1-4]。为了达到变压边力控制, 国内外的一些高校或研究机构, 如德国的斯图加特大学、国内的燕山大学和上海交通大学等相继研发了可实现压边力有规律变化的实时控制智能拉深系统^[5-7]。但由于系统的压边油缸和液压系统设置在工作台的窄小下方空间, 压边油缸的布置不能随冲压件形状的变化而任意调整, 这些设备只能应用于特定形状的拉深件, 并且由于设备结构复杂、成本高昂, 其通用性受到了

收稿日期: 2013-04-22

基金项目: 浙江省教育厅科研项目(20060011)

作者简介: 丁明明(1964-), 男, 副教授, 主要从事塑性工程与模具技术方面的教学和研究。E-mail: dingliumingming@163.com

很大限制以致未能得到推广应用。而变压边力模具虽然成本低,但由于其压边力是由压缩行程较小的橡胶或弹簧确定,完成的浅拉深件形状简单,同样在实际生产中难以普及。

本研究提出一种上置式的变压边力控制装置,该装置是根据变压边力的指导思想及其变压边力模具结构特点设计的,是可以对凸模高度自由调节的变压边力控制装置,其中各压边油缸的压边力曲线类型和数值由计算机实时控制和人机交互界面输入。相关实验结果表明,任意形状的拉深件可以在该设备进行变压边力控制,并且控制效果好、成本低、通用性好,易于推广应用。

1 上置式变压边力控制装置

原变压边力压力机结构示意图如图1所示。

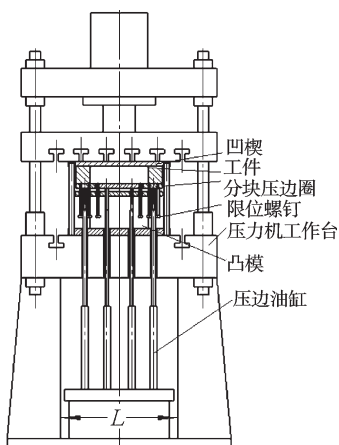


图1 原压力机结构

本研究根据拉深件形状,在工作台上的若干个通孔预先加工出来,作为顶杆的伸出之用;同时按工作台面的顶出孔位置采用分块式压边圈;其模具则采用倒装结构,即凹模在上,凸模在下;该系统的压边油缸、液压系统都安装在压力机工作台下空间里。

该压力机系统虽然能够实现拉深成形的变压边力控制,但存在以下缺陷:①压力机的工作台刚度不佳。液压机工作台的刚度是压力机的重要参数,与液压机的总体变形和加工精度直接相关,一般要求工作

台面每米宽度上的变形限制在0.12 mm~0.2 mm,而根据有限元分析结果,大跨度空间的悬空工作台无法满足液压工作台的刚度要求^[8];②无法调整模具的压力中心,不能保持与压力机中心的一致性;③原设备通用性不够强,由于是在工作台上设置顶出孔,不能随冲压拉深件的变化而相应调整压边油缸,只能对特定拉深冲压件进行压边力控制,如盒形件等,如果是形状较复杂的冲压件就无法进行分别控制压边力。

根据原变压边力压力机系统存在的问题,本研究提出一种上置式的变压边力控制装置,虽然冲压拉深件形状千差万别,但其拉深高度有一定的范围,因此将压边油缸安装在压力机的工作台上平面上,同样也能保证模具的闭合高度及冲压件进料和出料空间的要求。其结构示意图如图2所示。

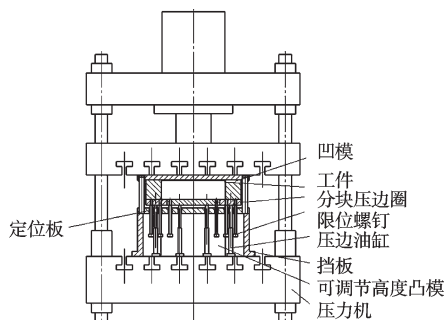


图2 现压力机结构

该系统的模具仍然采用倒装结构和分块压边圈,但压边油缸全部安装在凸模和挡板之间的空间的压边位置上。

1.1 工作原理

变压边力压力机的技术关键是在冲压拉深成形中获得最优压边力控制曲线,为此该压力机系统建立了各种的压边力控制曲线图形数据库,如上升曲线、下降曲线、先升后降曲线、先降后升曲线、脉动曲线和阶跃曲线等压边力曲线,其中常见的可供选择的3类压边力曲线图如图3所示。

根据冲压拉深成形的不同形状,为了实现主缸带动压边圈和板料完成压边,得到符合要求的按压边力曲线变化的稳定压边力,并最终完成冲压拉深成形工

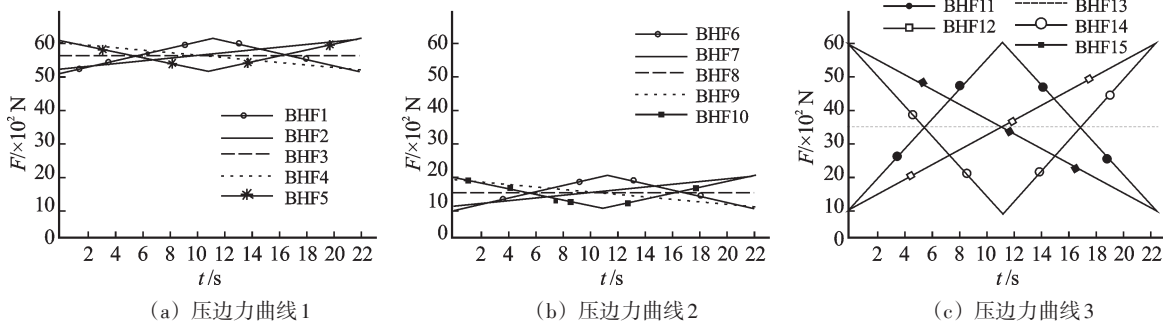


图3 压边力曲线类型图

作,要求压边控制系统满足相应的动作和压力要求,压边控制系统框图如图4所示。

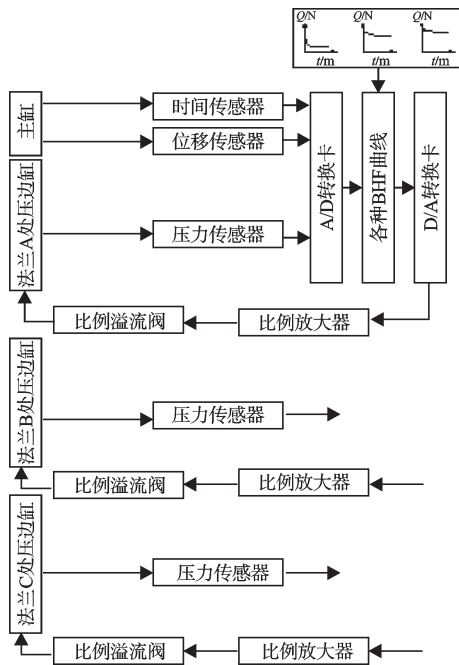


图4 压边控制系统框图

上置式变压边力控制装置具体工作过程是:首先放置好需冲压和拉深的板坯料,启动压力机,各压边缸顶起压边圈,同时主缸带动板料和压边圈向下运动,在该过程中保持稳定的压边力,待板坯料接触凸模时,开始拉深成形过程。此时,压力机主缸或凸模上的位移和时间传感器以及压边油缸上的压力或时间传感器将采集到的有关信号通过A/D卡输入计算机,并对比在计算机内部存贮的压边力-凸模工作行程曲线数值,而控制程序计算压边力数值和相应的液压缸流量,通过D/A卡及比例放大器转换为相应的电流信号,由比例溢流阀驱动,实现开启量大小调整,进而改变各压边缸的压力大小。根据凹模工作部位的形状不同,系统得到的压边力符合压边力曲线变化要求。拉深工作完成后,系统的主缸及压边缸随之卸压,主缸回退,压边缸带动压边圈也相应回退到原始位置。

1.2 机械部分

上置式的变压边力控制装置采用四柱万能单动63 t液压机,同时在工作台上,为了实现压边力随位置和时间变化的功能,设置10个压边小缸,它们分别设置独立的液压阀和可以自动调节高度的装置和压力传感器,计算机可以根据各压边缸的应力自动调节顶杆的高度尺寸。压边缸的压力由比例溢流阀控制,并随行程变化,从而实现压边力的调整。为了保证压力机工作时滑块速度的调节,本研究采用电动比例复合泵与比例溢流阀相结合方式来实现。主缸和压边缸的压力调节范围是5 MPa~30 MPa之间。另外,由于

各压边圈的压边力不同,可能造成压边圈上升或下降的快慢不同,为了避免压边圈相互干涉,各压边圈中其中一个限位螺钉(共有4个限位螺钉)要求与定位板中的孔采用间隙配合。

1.3 电气部分

为了保证冲压过程更加准确和高效,压边缸的压力控制采用工控机,压边缸设置有比例阀和压力传感器,同时可以根据工艺设定曲线,利用计算机对压边缸进行闭环控制,压边缸工作速度范围为2 mm/s~9 mm/s。而主缸有压力、位移传感器和调速的比例流量阀,从而在计算机上显示或打印压力、位移、速度参数。变压边力采用PLC控制器,并设置固定的电气控制柜。

2 实验验证

为了验证上置式变压边力控制装置的实际应用效果,本研究对盒形件做了拉深成形实验,实验装置如图5所示。其中,实验的板材为08Al,板料尺寸为284 mm×184 mm,厚度为1 mm,拉深成形时,防锈油作为润滑剂。由于盒形件拉深成形过程中,金属流动不一致,直边部分金属较容易流入模具型腔,而圆角部分金属相对较难流入模具型腔,本研究采用分块式压边圈,来改善盒形件拉深时的金属流动。压边圈处压边缸布置图如图6所示。盒形件拉深成形实验结果如图7所示。更换模具之后进行圆筒形变压边力拉深如图8所示,其拉深成形结果如图9所示。

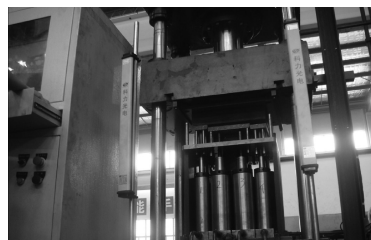


图5 拉深成形试验装置

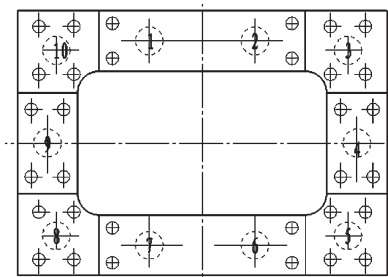
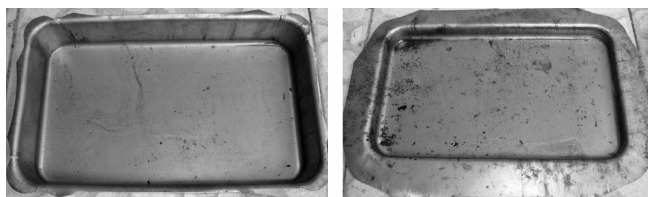


图6 压边圈处压边缸布置图

实验结果表明,该装置的通用性好,采用合适的压边力,拉深成形的效果良好。

3 结束语

本研究运用变压边力新技术进行拉深成形时,并

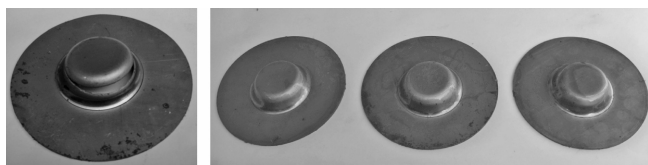


(a) 拉深深度较深的冲压件 (b) 拉深深度较浅的冲压件

图7 盒形拉深成形工件



图8 筒形件拉深装置



(a) 拉深件破裂 (压边力太大) (b) 合格拉深件

图9 筒形件拉深成形工件

非设计制造的装置或设备功能越复杂越好,结构越复杂则成本越高,如果设备通用性差也难以推广。

本研究所研制的新型计算机控制多点上置式变压边力控制装置具有控制效果好、成本低、通用性较强等特点,同时在拉深过程中,能够保证随凸模行程和位置变化的变压边力控制。实验结果也表明,该装

置对于避免板料拉深成形过程中的起皱、开裂等缺陷,具有明显效果。

参考文献 (References):

- [1] AHMETOGLU M A, ALTAN T, KINZEL G L. Improvement of part quality in stamping by controlling blank holder force and pressure [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 1992, 33(1): 195-214.
- [2] OBERMEYER E J, MAJLESSI S A. A review of recent advanced in the application of blank-holder force towards improving the forming limits of sheet metal parts [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 1998, 75(4): 222-234.
- [3] SHENG Z Q, JIRATHEARANAT S, ALTAN T. An adaptive FEM simulation for prediction of variable blank holder force in conical cup drawing [J]. *International Journal of Machine Tool and Manufacture*, 2004, 44(5): 487-494.
- [4] ZHI S C, LONG C G, QIN L Z. Determining the optimum variable blank-holder forces using adaptive response surface methodology (ARSM) [J]. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2005, 26(2): 23-29.
- [5] 孙成智, 陈关龙, 林忠钦, 等. 新型计算机控制多点变压边力液压压力机的研制 [J]. *机械设计*, 2003, 20(11): 16-18.
- [6] 王元勋, 王书恒, 沈为, 等. 矩形盒拉深时变压边力的数值模拟 [J]. *中国机械工程*, 2007, 18(10): 1226-1229.
- [7] 徐小兵, 余小燕. 圆筒件拉深过程中压边力的研究 [J]. *机械*, 2010, 37(1): 29-31.
- [8] 秦东晨, 祁建中, 鹿跃丽, 等. Y32-500B 四立柱下横梁的结构公优化设计 [J]. *机械强度*, 2001, 23(1): 246-248.

[编辑: 李辉]

(上接第 688 页)

4 结束语

本研究针对微车车身裙边焊点的分布特征,设计了一种车身直线焊单元的伺服系统。该系统解决了在手工焊接操作中由于焊接区域狭小带来的手工不易操作、焊钳不易伸入的弊端。伺服系统采用 PLC 控制焊机来回运行,通过焊机行程定位来确定焊点位置,实现了焊钳的自动操作。焊钳和变压器固定在滑动工作台上,省去了中间导电装置,节约了成本,且充分利用了空间。直线焊伺服系统使得沿直线分布的焊点只需要一个焊钳就能完成,减少了一个工位,精简了生产线,便于车间生产线整体布局、工人作业环境改善、人机工程改善,操作简单,易于实现简单自动化。

参考文献 (References):

- [1] 许瑞麟, 朱品朝, 于成哉, 等. 汽车车身焊接技术现状及发展趋势 [J]. *电焊机*, 2010, 40(5): 1-18.

- [2] 李永久. 焊接教学机器人研究 [D]. 武汉: 华中科技大学机械学院, 2008.
- [3] 李文忠, 矫洪智, 李荣军. 当今先进的汽车车身焊接技术 [J]. *汽车焊接*, 2006(5): 72-75.
- [4] 陈思信. 滚珠丝杠与直线传动器 [J]. *现代零部件*, 2005(2): 56.
- [5] 李刚. 点焊设备在轿车车身制造上的应用 [J]. *金属加工*, 2012(12): 51-53.
- [6] 王国业, 槐创锋, 刘平安, 等. UG NX 7.0 中文版从入门到精通 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [7] 张富正. 行程开关中的结构应用 [J]. *中国新技术新产品*, 2012(24): 76-77.
- [8] 何伟, 钟诗胜. MP920 伺服系统在汽车柔性焊接生产线中的应用研究 [J]. *制造业自动化*, 2006, 28(10): 64-68.
- [9] 吴世锋, 张亚统, 卢云杰. PLC 在汽车车桥环缝自动焊接设备中的应用 [J]. *才智*, 2011(12): 73-74.
- [10] 李新社. 自动焊在汽车车身制造中的应用探讨 [J]. *装备制造技术*, 2008(11): 146-148.

[编辑: 张翔]