

文章编号:1000-582X(2011)11-065-07

## 可控拉深筋对高强度板盒形件拉深性能的影响

周 杰, 华俊杰, 田 飞, 阳德森

(重庆大学 材料科学与工程学院, 400044)

**摘 要:**应用模拟仿真技术,结合正交实验设计方法,通过 6 种不同形状的拉深筋和 3 种不同的拉深筋运动轨迹的高强度板盒形件的拉深成形模拟仿真,研究了可控拉深筋对高强度板盒形件拉深性能的影响。以极限拉深深度为评价指标,分析结果数据,得到轨迹二拉深筋上升—静止—下降为最优运动轨迹,并且 3 种可控拉深筋运动轨迹的指标均比固定拉深筋的大,证明可控拉深筋能够改善高强度板的成形性能。其中直球头拉深筋的改善效果比斜球头显著,但斜球头比直球头具有更好的极限拉深高度,并通过极差分析得到其主要影响因子为拉深筋前后的高度。最后通过成形力分析,解释了改变拉深筋高度能改善高强度板成形性能的原因。

**关键词:**可控拉深筋;高强度钢板;盒形件;拉深性能;极限拉深高度;成形力

**中图分类号:**TG386.3

**文献标志码:**A

## Effect of controllable drawbead on the formability of high strength steel box

ZHOU Jie, HUA Jun-jie, TIAN Fei, YANG De-sen

(College of Materials Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

**Abstract:** With the application of simulation technology and orthogonal test, the effects of controllable drawbead on the formability of HSS (high strength steel) box are researched through the simulation of HSS box with 6 different drawbead shapes and 3 different drawbead trajectories. Use the limit drawing height as the evaluate indicator, it is proofed that the controllable drawbead can improve the formability of HSS by analyzing the result data that three types of controllable drawbead trajectories indicators are bigger than the immovable ones. And the 2<sup>nd</sup> trajectory, ascent—halt—descent is determined as the optimal type. The improve scales of straight drawbeads is better than the oblique drawbead, whereas the latter ones have better target. The main influence factors are obtained by range analysis. At last the reason that accounts for controllable drawbead can improve the formability is got the answer by the forming force analysis.

**Key words:** controllable drawbead; high strength steel; box; formability; limit drawing height; forming force

为适应低碳社会的要求,且因汽车质量每减少 10%,燃油消耗可降低 6%~8%<sup>[1]</sup>,因而轻量化、低油消耗是汽车发展的趋势。高强度板既能满足轻量化和低油消耗,又具有很好抗撞击性能和稳定性能,因此在汽车行业中高强度板的应用也越来越多。相

对于普通钢,因为强度高,使其成形也具有一定的困难,因此提高其成形性能已成为模具制造中一个新的重要挑战<sup>[2-4]</sup>。高强度板的新方法新工艺的研究也逐渐成为重点。

拉深筋在汽车覆盖件成形过程中一直占着非常

收稿日期:2011-06-15

基金项目:科技部技术创新资助项目(07C26215110824);重庆大学创新基金重点资助项目(200811B1B0130302)

作者简介:周杰(1965-),男,重庆大学教授,博士生导师,主要从事精密塑性成形、材料成形过程数值模拟仿真与优化算法的研究;(Tel)023-65111493;(E-mail)fei.cqu@163.com。

重要的作用。在板料拉深过程中当过大的压边力也不能提供零件成形所需的拉深阻力时,就需要增加拉深筋来加大板料流入凹模的阻力,调整板料周边的径向拉应力<sup>[5]</sup>,满足板料塑性变形和塑性流动的要求。传统方法中,拉深筋的位置和高度都是固定不变的,而不同成形时刻对拉深筋阻力的要求却不同,且拉深筋高度与拉深阻力关系密切,两者之间存在着较好的线性增长关系,且具有较大的变化幅度,因此,在一定范围内变化筋高,控制拉深筋的阻力是拉深筋调整时的可选方案<sup>[6-9]</sup>。为此,提出了可控拉深筋的技术<sup>[10-15]</sup>,图1<sup>[14]</sup>是带有可控拉深筋结构的拉深模具示意图:采用独立活动的拉深筋代替传统固定不变拉深筋,在成形过程中调改控制拉深筋的高度,实时改变拉深筋阻力的大小,控制法兰区板料向凹模型腔流动的进给量速度。

笔者应用模拟仿真技术,结合正交实验设计方法,通过6种不同形状的拉深筋和3种不同的拉深筋运动轨迹的高强度板盒形件的拉深成形模拟仿真,研究了可控拉深筋对高强度板盒形件拉深性能的影响。以极限拉深深度为评价指标,分析了拉深筋形状和其运动轨迹对高强度板盒形件极限拉深深度、成形力的影响。

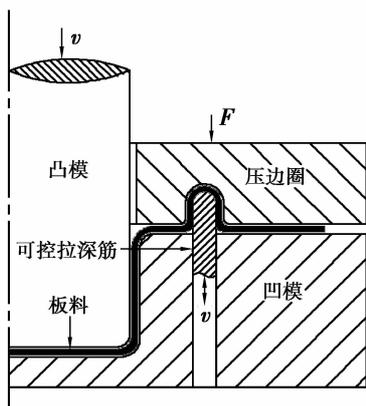


图1 可控拉深筋拉深模具示意图

## 1 有限元和拉深筋模型

采用数值仿真模拟软件Dynaform建立高强度钢板JAC590Y平底盒形件拉深的有限元模型,如图2所示。凸模尺寸为147.8 mm×97.8 mm,凸模圆角半径为8.9 mm,凹模尺寸为150 mm×100 mm×55 mm,其侧壁圆角半径为30 mm,底部和入模圆角半径均为10 mm;拉深筋为半圆形直球头形状,圆角半径为5 mm,拉深筋短边长为40 mm,拉深筋长边长为90 mm,坯料尺寸为270 mm×230 mm×

1 mm。材料主要参数如下:杨氏模量为207 GPa,强度系数为1 033 MPa,硬化指数为0.204,泊松比为0.28,各向异性指数 $r_{90}=0.772, r_{45}=1.107, r_0=0.643$ 。板料采用BT壳单元,接触类型为单向面-面接触,凸模、凹模、压边圈及拉深筋均视为刚性体。摩擦方式为库仑摩擦,板料与所接触刚体的摩擦系数均取值为0.125。压边采用间隙为1.1 mm的固定间隙方法。应用各向异性材料的三参数Barlat屈服准则,其屈服函数如下:

$$a|K_1 + K_2|^m + a|K_1 - K_2|^m + c|2K_2|^m = 2\sigma_Y^m,$$

式中: $a, c$ 为各向异性常数; $K_1, K_2$ 为应力张量不变量; $m$ 为应变速率; $\sigma_Y$ 为屈服应力。

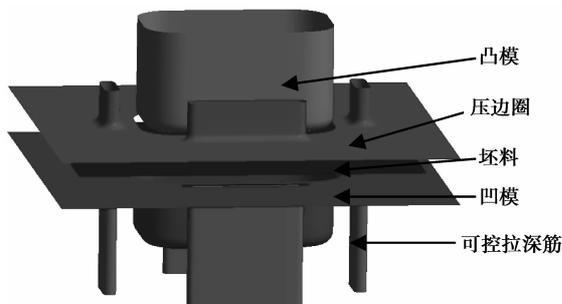


图2 拉深筋盒形件有限元模型

板料成形中,拉深筋广泛使用。它是调节和控制压料面作用力的一种实用有效方法,在板料成形过程中起着重要作用。拉深筋由拉深筋本体及其对应的筋槽两部分组成。图3所示为板料流过半圆形拉深筋时所发生的变形,它由通过拉深筋的板料而引起的弯曲反弯曲变形力、摩擦力及因变形硬化而引起的再变形抗力增量两部分组成。在点1到点6之间板料发生了弯曲、回复、弯曲的反复变形,这些变形所需的变形力再加上拉深筋直接作用在板料表面上的摩擦力,因而增加了板料流动的进料阻力<sup>[16]</sup>。

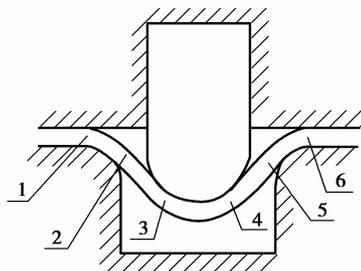


图3 板料流过半圆筋所发生的变形

在实际生产中大量使用矩形、半圆形、梯形3类

拉深筋,每一类型又有斜球头和直球头 2 种形式,因此研究这 6 中常用拉深筋对板料成形性能影响具有重大的实际意义,包括 3 种不同拉深筋截面和两种不同拉深筋端部形状,即矩形斜球头、矩形直球头、半圆形斜球头、半圆形直球头、梯形斜球头和梯形直球头,其中长拉深筋长为 90 mm,短拉深筋长为 40 mm,圆角半径均为 5 mm,斜球头拉深筋端部斜度均为 10°,具体形状尺寸如图 4 所示。

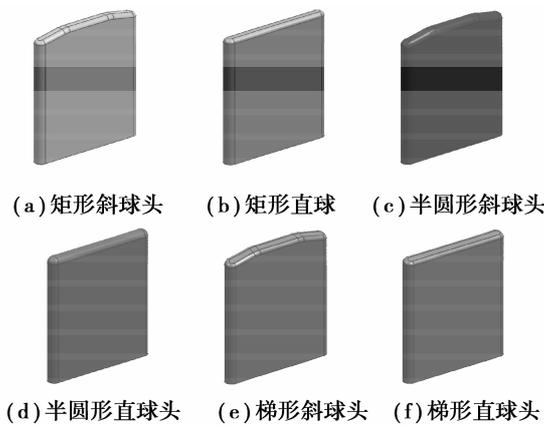


图 4 不同拉深筋形状

固定拉深筋拉深成形过程进行了模拟及对比研究实验,得到在 6 种不同形状拉深筋在固定 5 mm 高度下零件的极限拉深高度分别为 32.7、25.4、32.9、27.6、33.0、27.9 mm,因此对应的可控拉深筋运动停止点选择零件破裂点前后附近。3 种拉深筋轨迹下各因子及水平值具体如表 1-3 所示。

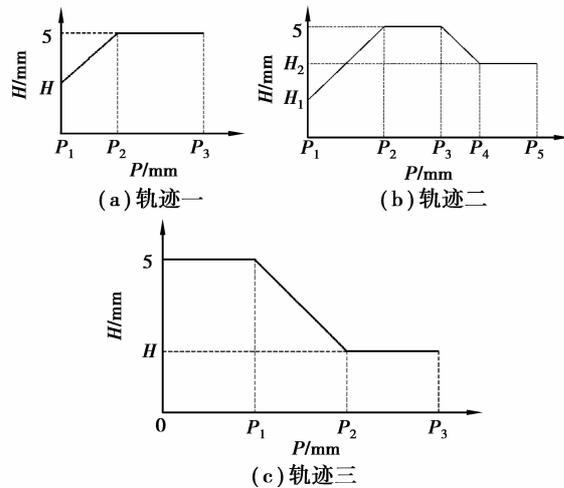


图 5 3 种不同类型的拉深筋运动轨迹

## 2 试验方案

### 2.1 拉深筋运动轨迹设计

由于拉深力在零件拉深过程中是不断变化的,因此法兰区板料的拉深阻力也要随之变化。由于盒形件在拉深成形过程中,拉深初期需要一定的拉深阻力使材料发生变形,而在拉深后期由于材料硬化加剧需要更多的板料流入凹模型腔参与成形,因此需求的拉深力是从小变大又逐渐变小的过程<sup>[17]</sup>,对应的拉深筋提供的阻力也应与之适应。笔者主要研究 3 种拉深筋运动轨迹,即上升—停止的轨迹一、上升—停止—下降的轨迹二、停止—下降的轨迹三;其中  $P$  为凸模从接触板料开始运动后的位移,  $H$  为凸模运动到某一位置时对应拉深筋的高度,各轨迹下凸模下死点位置均设置为 55 mm,拉深筋运动最高位置均为 5 mm,如图 5 所示。

### 2.2 试验方案设计

笔者从轨迹一、轨迹二、轨迹三中分别取 3 个因子、6 个因子、3 个因子,每个因子都有 5 个水平,选取正交表  $L_{25}(5^6)$  安排 25 组试验进行模拟分析。各因子放在任意 6 列上,每个因子有 5 个水平,不放因子的列为空列。为了确定可控拉深筋运动在轨迹二和轨迹三中下降停止时对应凸模所在位置,首先对

表 1 半圆形、梯形直球头拉深筋运动轨迹下的因子及水平值 mm

		(a) 轨迹一			(b) 轨迹三		
水平	因素			水平	因素		
	$H$	$P_1$	$P_2$		$H$	$P_1$	$P_2$
1	0	0	9	1	0	17	26
2	1	1	10	2	1	18	27
3	2	2	11	3	2	19	28
4	3	3	12	4	3	20	29
5	4	4	13	5	4	21	30

		(c) 轨迹二					
水平	因素						
	$H_1$	$H_2$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	
1	0	4	0	9	17	26	
2	1	3	1	10	18	27	
3	2	2	2	11	19	28	
4	3	1	3	12	20	29	
5	4	0	4	13	21	30	

表 2 矩形直球头拉深筋运动轨迹下的因子及水平值 mm

(a) 轨迹一				(b) 轨迹三			
水平	因素			水平	因素		
	H	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>		H	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
1	0	0	8	1	0	16	24
2	1	1	9	2	1	17	25
3	2	2	10	3	2	18	26
4	3	3	11	4	3	19	27
5	4	4	12	5	4	20	28

(c) 轨迹二

水平	因素					
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>
1	0	4	0	8	16	24
2	1	3	1	9	17	25
3	2	2	2	10	18	26
4	3	1	3	11	19	27
5	4	0	4	12	20	28

表 3 半圆形、矩形、梯形斜球头拉深筋运动轨迹下的因子及水平值 mm

(a) 轨迹一				(b) 轨迹三			
水平	因素			水平	因素		
	H	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>		H	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
1	0	0	11	1	0	21	31
2	1	1	12	2	1	22	32
3	2	2	13	3	2	23	33
4	3	3	14	4	3	24	34
5	4	4	15	5	4	25	35

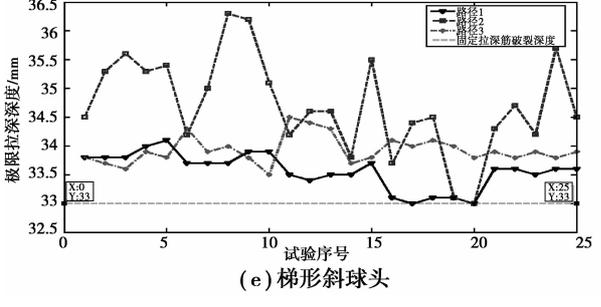
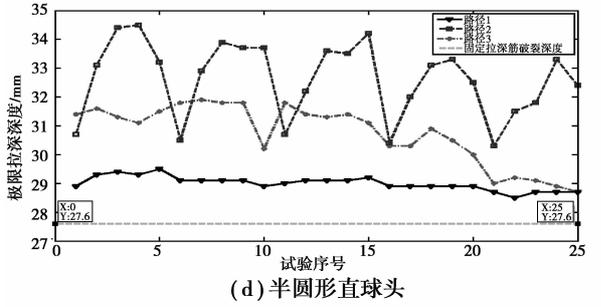
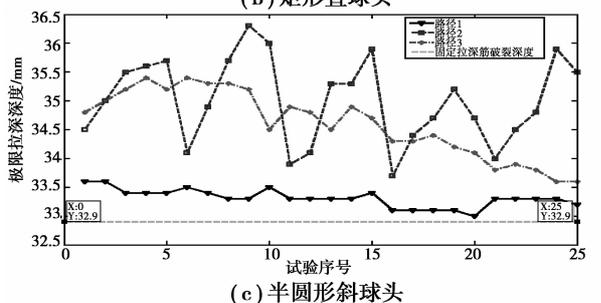
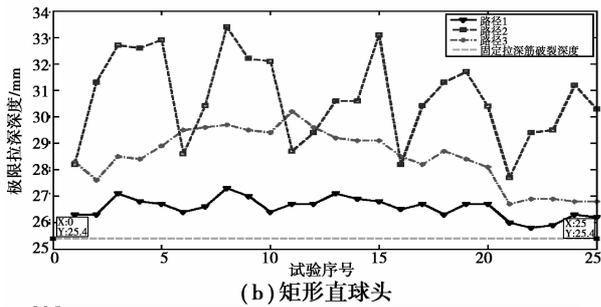
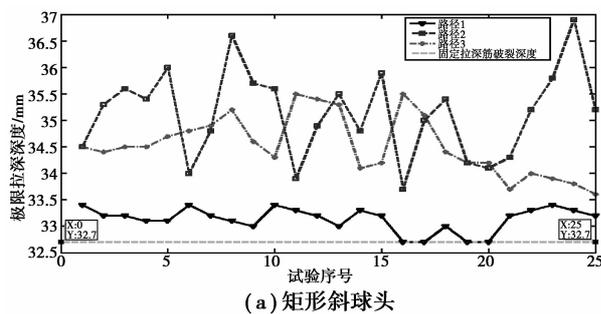
(c) 轨迹二

水平	因素					
	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>
1	0	4	0	11	21	31
2	1	3	1	12	22	32
3	2	2	2	13	23	33
4	3	1	3	14	24	34
5	4	0	4	15	25	35

### 3 盒形件成形性分析

#### 3.1 对盒形件极限拉深高度的影响

各种情况下模拟分析结果如图 6 所示。结果表明通过使用可控拉深筋控制后零件的极限拉深高度都要大于拉深筋在固定 5 mm 高度下的极限拉深高度,因此适时控制拉深筋高度可以提高高强度钢板



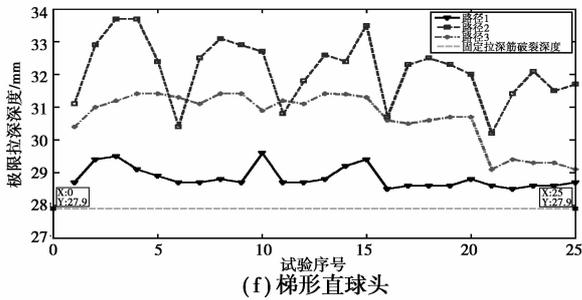


图 6 不同可控拉深筋运动轨迹下的极限拉深深度

盒形件的成形性能。轨迹二下的极限拉深高度普遍大于轨迹三下和轨迹一下的极限拉深高度,因此最优拉深筋运动轨迹为上升—停止—下降。其中 6 种不同可控拉深筋轨迹二下各试验组得到的最大极限拉深筋高度分别为 36.6、33.4、36.3、34.5、36.3、33.7 mm,与拉深筋固定 5 mm 高度时相比极限拉深高度分别提高了 10.66%、23.96%、9.37%、20%、9.1%、17.22%,直球头的改善效果比斜球头的显著,直球头相对提高率比斜球头大。

### 3.2 最优运动轨迹下可控因子极差分析

上述得到轨迹二效果最好,为进一步优化可控拉深筋运动轨迹,现通过极差分析研究各因子水平变化对总变化贡献的大小,确定可控因素对结果目标值的影响力。将上述得到的极限拉深高度进行极差分析,计算每个因子各水平下极限拉深高度的均值,均值越大,表明该可控拉深筋轨迹在此因子水平下可得到极限拉深高度越大,则此水平为该因子的最佳水平。极差值越大,表明在该可控拉深筋轨迹下此因子相对于其他因子对极限拉深高度的贡献程度越大。不同可控拉深筋形状在最优轨迹二下的因子极差表如表 4 所示,可以得到各个因子水平对极限拉深高度的影响贡献程度。由表 4 可见,6 种不同可控拉深筋运动轨迹下, $H_1$  和  $H_2$  两个因子对极限拉深高度影响最大。对一个因子水平来说,极限拉深高度均值越大,表明此水平下零件的成形性能越好,则此水平的值为该因子的最佳水平值,由图 6 可得到 6 种不同拉深筋最佳运动轨迹水平组合如表 5 所示。

由表 5 可以得出,矩形斜球头在  $H_1=4, H_2=2, P_1=4, P_2=12, P_3=21, P_4=35$  mm 时,具有最大的极限拉深高度。3 种不同类型下的斜球头的拉伸极限高度相差不大,前文虽得到直球头的改善效果显著,但通过比较固定拉深筋高度和可控拉深筋的极限拉伸高度发现,同一类型下的斜球头的极限高度均高于直球头的高度。

表 4 轨迹二下各因子极差值

拉深筋	因子					
	$H_1$	$H_2$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$
矩形斜球头	1.001	1.701	0.261	2 0.400	8 0.940	8 0.600
矩形直球头	1.921	3.478	6 0.519	6 1.279	6 0.943	2 0.875
半圆形斜球头	0.860	1.621	2 0.220	4 0.299	2 0.439	8 0.281
半圆形直球头	1.322	3.140	6 0.259	2 0.819	6 0.460	2 0.381
梯形斜球头	1.620	0.863	0.521	8 0.418	8 0.921	2 0.799
梯形直球头	1.377	2.159	0.216	0.501	2 0.283	0.722

表 5 最优轨迹二下 6 种不同拉深筋最优运动轨迹水平组合 mm

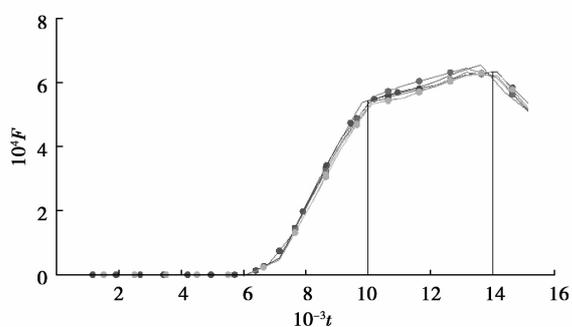
拉深筋	因子						高度
	$H_1$	$H_2$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	
矩形斜球头	4	2	4	12	21	35	36.6
矩形直球头	0	0	1	12	16	26	33.4
半圆形斜球头	1	1	4	12	21	33	36.3
半圆形直球头	0	1	2	12	17	28	34.5
梯形斜球头	1	2	4	14	21	33	36.3
梯形直球头	0	2	1	12	17	28	33.7

### 3.3 盒形件拉深成形力的影响

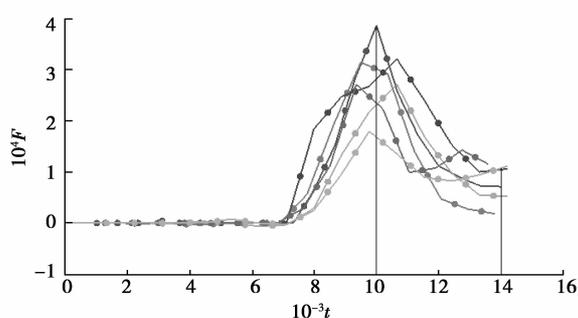
拉深成形力随着行程的改变而变化,直接影响到板料成形效果,是成形过程中的重要指标之一。在考虑拉深变形阻力变化时,需考虑法兰部分材料的冷作硬化和法兰部分面积大小变化这两个因素。日本学者中川威雄总结出成形过程中拉深力可表示为:拉深力=(材料变形阻力)×(法兰面积)<sup>[18]</sup>。式中第一项材料变形阻力随着成形过程材料冷作硬化的进行而增加,而法兰面积则随着成形过程的进行而逐渐减少,因此可控拉深筋在改变变形阻力同时也改变了板料法兰面积,可以实现获得较优的拉深力。

图 7 为在最优轨迹二下载荷力随凸模和拉深筋行程的变化曲线。如图 7(a)所示,在 6 种不同可控拉深筋作用下,横坐标在 10 和 14 两点处凸模拉深力发生明显的变化,斜率逐渐减小并到负斜率。在点 10 前是由于法兰面积变形不大、阻力和冷作硬化效应虽小但其增加速度较快,因此凸模拉深力增加速度较快。而在点 10 后法兰面积变形较大,阻力和冷作硬化效应增加速度也减慢,但材料冷作硬化效应超过法兰面积减少速度,因此拉深力的增加速度也同时减慢。在经过点 14 后法兰面积减少的变形

速度超过了冷作硬化增加的速度,拉深力出现负斜率,开始下降。因此在点 10 之前需要系统提供足够大的阻力(即大的拉深力)来使零件拉深成形良好,而在点 10 之后需要系统将阻力降低(即小的拉深力)来防止零件由于拉深力过大使零件出现拉深成形缺陷。从图 7(b)可以得出,可控拉深筋正好能够提供上述的阻力变化,因此通过凸模拉深力和可控拉深筋阻力随行程的变化规律,表明使用可控拉深筋可以使零件获得较优的拉深力,发挥较优的成形性能。



(a) 凸模行程-拉深力曲线



(b) 可控拉深筋行程-阻力曲线

图 7 最优轨迹二下载荷力随凸模和拉深筋行程的变化曲线

## 4 可控拉深筋实验验证

实验在 YA32-200 油压机设备上进行,可控拉深筋结构如图 8 所示,实验中,通过杠杆机构实现拉深筋高度变化的控制,凸模的行程控制位置通过安装在油压机上的行程开关控制。图 9 为实验得到的成形零件,分别为拉深筋固定为 5 mm 高度和采用轨迹二上升-停止-下降的可控拉深筋下的情况,极限拉深高度分别为 25.8 mm 和 30.0 mm,从实验结果可以证实可控拉深筋能够提高高强度板盒形件的极限拉深深度,相对于普通拉深筋具有一定的优势,针对高强度板的成形是一种有潜力的技术。

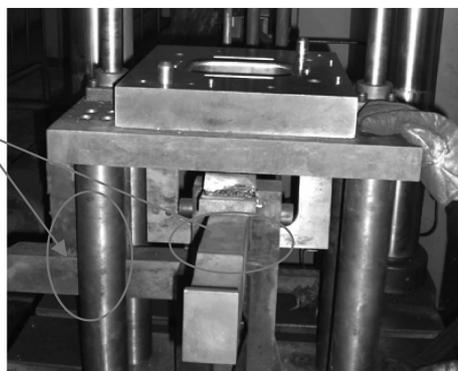
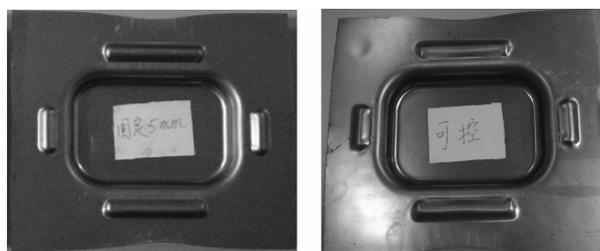


图 8 可控拉深筋结构



(a) 固定拉深筋

(b) 可控拉深筋

图 9 实验零件

## 5 结论

1) 通过 6 种不同形状的拉深筋和 3 种不同的拉深筋运动轨迹的高强度板盒形件的拉深成形模拟仿真,研究分析了可控拉深筋对高强度板盒形件拉深成形性能的影响。得到了上升-停止-下降为轨迹的轨迹二最优,比上升-停止-下降-停止轨迹三的效果都好,并且 3 种可控拉深筋运动形式比固定拉深筋高度下的拉深极限都有了一定的改善,其中拉深筋直球头的改善效果比斜球头的显著。

2) 通过可控因子极差分析,在最优轨迹下,影响较大的两个因子分别为拉深筋前后的高度  $H_1$  和  $H_2$ ,矩形斜球头在  $H_1=4, H_2=2, P_1=4, P_2=12, P_3=21, P_4=35$  mm 时,具有最大的极限拉深高度。比较固定和最优的可控拉深筋的极限拉深高度,得出在同一类型拉深筋下,斜球头比直球头的成形效果优秀,具有更好的极限拉深高度。

3) 通过盒形件成形力的分析,发现成形力在成形中发生两次较大的变化,一次是增大变化率从大到小发生改变,一次是成形力开始减小,而调整拉深筋高度使阻力正好能提供这种变化,解释了通过改变拉深筋高度具有更好的成形性能的原因。

## 参考文献:

- [1] Automotive Application of Aluminum [EB/OL]. <http://www.autoaluminum.org>.
- [2] NARAYANASAMY R, PARTHASARATHI N L, SATHIYA N C, et al. A study on fracture behaviour of three different high strength low alloy steel sheets during formation with different strain ratios [J]. *Materials and Design*, 2008, 29(9):1868-1885.
- [3] TAKAHASHI M, UENISHI A, YOSHIDA H, et al. Advanced high strength steels for automobile body structures[J]. *Materials Science Forum*, 2007, 539/543(5):4386-4390.
- [4] 韩俊,贾生亿,詹捷. 汽车侧围门槛加强板侧壁弯曲控制方法及模具设计[J]. *重庆工学院学报*, 2009, 23(8): 15-18.  
HAN JUN, JIA SHENG -YI, ZHAN JIE. Control Methods and Die Design for Side Wall Curl of the Strengthened Panel of Automobile Side Threshold[J]. *Journal of Chongqing Institute of Technology*, 2009, 23(8):15-18.
- [5] 肖景荣. 冲压工艺学[M]. 北京:机械工业出版社,1999.
- [6] SHERIFF N, ISMAIL M. Numerical design optimization of drawbead position and experimental validation of cup drawing process [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 2008, 206 (1-3): 83-91.
- [7] 李金燕,傅建,彭必友,等. 基于数值模拟的等效拉延筋设计与优化[J]. *塑性工程学报*, 2007, 14(5):14-17.  
LI JIN-YAN, FU JIAN, PENG BI-YOU, et al. Design and optimization of the equivalent drawbead based on numerical simulation[J]. *Journal of Plasticity Engineering*, 2007, 14(5):14-17.
- [8] 易国锋,柳玉起,李明林,等. 基于有限元逆算法的板料成形模拟拉深筋的灵敏度优化[J]. *中国机械工程*, 2007, 18(1):87-90.  
YI GUO-FENG, LIU YU-QI, LI MINGLIN, et al. Optimization of drawbead restraining forces in sheet metal forming process by sensitivity analysis method based on inverse approach of FE[J]. *Journal of China Mechanical Engineering*, 2007, 18(1):87-90.
- [9] 金森,郭宝锋,李硕本,等. 半圆形拉深筋尺寸参数对其阻力的影响[J]. *塑性工程学报*, 2003, 10(1):32-35.  
JIN MIAO, GUO BAO-FENG, LI SHUO-BEN, et al. The relation between circle drawbead restraining force and its dimension parameters[J]. *Journal of Plasticity Engineering*, 2003, 10(1):32-35.
- [10] XU S. On the formability of sheet metals: Part A: Prediction of forming limits based on Hill's 1993 yield criterion. Part B: Effect of drawbeads on sheet formability [D]. Michigan: Michigan Technological University, 1998.
- [11] BOHN M L. Optimization of the sheet metal stamping process: Closed-loop active drawbead control combined with in-die process sensing [D]. Michigan: Michigan Technological University, 1999.
- [12] EMBLOM W J. Closed-loop control of the sheet metal stamping process with active drawbeads, a flexible blank holder and variable active blank holder forces[D]. Michigan: Michigan Technological University, 2006.
- [13] 周杰,华俊杰,阳德森,等. 可控拉深筋高强度钢板盒形件拉深工艺数值仿真[J]. *重庆大学学报*, 2010, 33(6): 42-48, 66.  
ZHOU JIE, HUA JUN-JIE, YANG DE-SEN, et al. Deep drawing simulation for high-strength steel box of controllable drawbead [J]. *Journal of Chongqing University*, 2010, 33(6):42-48.
- [14] 华俊杰. 可控拉深筋高强度钢板盒形件拉深成形工艺研究[D]. 重庆:重庆大学, 2010.
- [15] 阳德森. 基于可控拉深筋技术的高强度钢板拉深性能优化及回弹分析[D]. 重庆:重庆大学, 2010.
- [16] 金森. 板料成形中拉深筋的力学性能及影响因素研究 [D]. 秦皇岛:燕山大学, 2000.
- [17] 王武荣,陈关龙,林忠钦,等. 板料成形中的新型可控压边力技术研究 [J]. *塑性工程学报*, 2007, 14(1): 102-108.  
WANG WU-RONG, CHEN GUAN-LONG, LIN ZHONG-QIN, et al. A new strategy for the optimization of variable blank holder force in sheet metal forming [J]. *Journal of Plasticity Engineering*, 2007, 14(1):102-108.
- [18] 中川威雄,阿部邦雄,等. 板料冲压加工[M]. 天津:天津科学技术出版社,1982.

(编辑 王维朗)