



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106890870 B

(45)授权公告日 2018.08.24

(21)申请号 201710057817.6

(22)申请日 2017.01.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106890870 A

(43)申请公布日 2017.06.27

(73)专利权人 中国第一汽车股份有限公司

地址 130011 吉林省长春市东风大街2259
号

(72)发明人 王刚 张健 闫巍

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 钱丽

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

B21D 3/16(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图9页

(54)发明名称

一种基于椭圆面映射驱动的模具型面局部
回弹补偿方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于椭圆面映射驱动的模
具型面局部回弹补偿方法,包括以下步骤:首先
获取零件的局部回弹分布云图,再根据此云图建
立驱动坐标系并绘制椭圆形草图,将椭圆草图内
部区域定义为回弹补偿区域,依据回弹补偿区域
和回弹补偿量构建参考曲面和目标曲面,最终以
参考曲面及目标曲面为变形基准、驱动坐标系Z
轴方向为变形方向,映射驱动模具型面变形,完
成制件的局部回弹补偿。本发明与现有技术相
比,其有效果是:提高了冲压模具型面局部回弹
补偿效率,有效保证了模具型面的局部回弹补偿
精度及补偿后曲面质量,减少了模具研修量,缩
短了模具制造周期。

(56)对比文件

CN 105868428 A,2016.08.17,

CN 104573281 A,2015.04.29,

CN 102411641 A,2012.04.11,

CN 101339574 A,2009.01.07,

CN 101811156 A,2010.08.25,

US 2016288184 A1,2016.10.06,

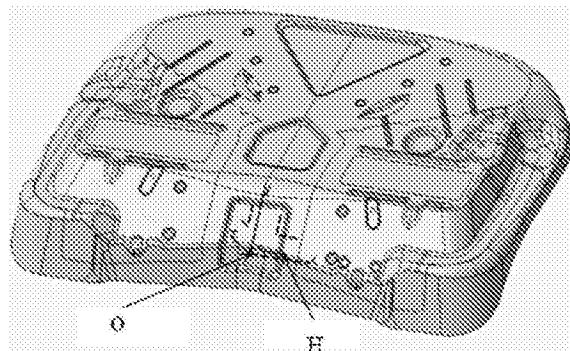
EP 2915606 A1,2015.09.09,

CN 101339574 A,2009.01.07,

柴海啸等.基于几何回弹量补偿的模具型面
修正方法.《模具工业》.2006,(第11期),

审查员 李丽

权利要求书2页 说明书5页 附图9页



1. 一种基于椭圆面映射驱动的模具型面局部回弹补偿方法,其特征在于:包括以下步骤:

第1步、获得零件局部回弹分布云图

(1) 冲压工艺设计阶段,通过AutoForm数值模拟软件对金属板料的成形过程进行模拟仿真,评估零件的回弹状态,然后在CATIA软件中生成基于模拟结果的零件局部回弹分布云图,包括以下子步骤:

①stl数据导出:将AutoForm模拟软件中回弹后的零件以stl文件格式导出;

②stl数据导入:在CATIA软件的Digitized Shape Editor模块中导入stl文件,根据产品曲面基准对点云数据进行偏置处理;

③以产品曲面为参考曲面,对点云数据进行拟合处理;

④以产品曲面为参考曲面,对点云数据进行偏差分析,获得基于模拟结果的零件局部回弹分布云图;

(2) 模具调试阶段,通过对零件进行光学检测评估零件的回弹状态,然后在CATIA软件中生成基于光学扫描结果的零件局部回弹分布云图,包括以下子步骤:

①stl数据导出:将光学检测所获得的点云数据以stl文件格式导出;

②stl数据导入:在CATIA软件的Digitized Shape Editor模块中导入stl文件,根据光学扫描方式判断是否需要对导入的点云数据进行偏置处理;

③以产品曲面为参考曲面,对点云数据进行拟合处理;

④以产品曲面为参考曲面,对点云数据进行偏差分析,获得基于光学扫描结果的零件局部回弹分布云图;

第2步、确定回弹补偿区域,包括以下子步骤:

①CATIA的Generative Shape Design模块中,冲压工艺设计阶段,根据基于模拟结果的零件局部回弹分布云图判断椭圆方位;模具调试阶段,根据基于光学扫描结果的零件局部回弹分布云图判断椭圆方位;确定椭圆中心点,并在中心点位置建立驱动坐标系,驱动坐标系的Z轴方向为圆心处的型面法向方向,驱动坐标系的X轴、Y轴分别代表椭圆的长轴方向和短轴方向;

②在驱动坐标系的XY平面绘制椭圆形草图,保证草图边界将局部回弹值超出公差范围的区域全部包围在椭圆之内,椭圆草图的内部区域即为回弹补偿区域;

第3步、构建参考曲面及目标曲面,包括以下子步骤:

①在驱动坐标系的XY平面构建矩形平面作为参考曲面,矩形平面的边界要超过椭圆形草图边界;

②利用CATIA软件Generative Shape Design模块中的Bump命令对参考曲面进行变形处理获得目标曲面,其中变形边界为椭圆草图,变形中心为驱动坐标系原点,变形方向为驱动坐标系Z轴方向,变形边界连续类型设置为曲率连续,调整椭圆长、短轴长度、变形距离和中心曲率,保证目标曲面与参考曲面的偏差分析云图与局部回弹分布云图相一致,以此为依据最终确定目标曲面;

第4步、驱动模具型面进行局部回弹补偿:利用Generative Shape Design模块中的Wrap Surface命令,依次选择模具型面、参考曲面、目标曲面,变形类型设置为“with direction”,并选择驱动坐标系的Z轴作为变形方向,驱动模具型面变形,完成模具型面的

局部回弹补偿。

一种基于椭圆面映射驱动的模具型面局部回弹补偿方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种基于椭圆面映射驱动的模具型面局部回弹补偿方法，属于汽车覆盖件冲压模具制造技术领域。

背景技术：

[0002] 随着汽车更新换代速度的日趋加快以及对车身外观品质要求的不断提高，冲压模具作为重要的车身制造装备，对其制造周期和质量均提出了更高的要求，其中，冲压回弹是影响模具制造周期和冲压件质量的主要因素。回弹补偿是目前模具行业公认的解决产品尺寸偏差的主要工艺手段，当前生产中使用的CAE分析软件其主要优势是模具型面整体回弹补偿，但补偿后直接输出的曲面质量较差，如图1所示，补偿后型面出现凸凹相间的波浪区，无法用于模具制造，需要进行特殊的光顺处理。在模具调试阶段，由于受CAE软件计算精度等多种因素的影响，经过回弹补偿的模具型面仍然会导致零件局部尺寸不满足公差要求，无法避免的需要进行模具型面整改。综上所述，工程中需要一种便捷的模具型面局部回弹补偿方法。

发明内容：

[0003] 本发明的目的是提供一种模具型面局部回弹补偿方法。汽车覆盖件局部冲压回弹具有明显的共性特点，即局部回弹分布云图一般为椭圆形或近似椭圆形的一部分，如图2、图3所示，因此，可通过构造基于椭圆形边界的参考曲面及目标曲面来驱动模具型面进行局部变形，以实现局部回弹补偿的目的，模具型面的变形区域及变形程度均可通过参数来控制，这种方法既能保证补偿后模具型面的曲面质量，又能保证回弹补偿精度，缩短了模具制造周期，减少了钳工手工研修量，提高了模具质量。

[0004] 本发明的技术方案是这样实现的：

[0005] 一种基于椭圆面映射驱动的模具型面局部回弹补偿方法，包括以下步骤：

[0006] 第1步、获得零件局部回弹分布云图：

[0007] (1) 冲压工艺设计阶段，通过AutoForm数值模拟软件对金属板料的成形过程进行模拟仿真，评估零件的回弹状态，然后在CATIA软件中生成基于模拟结果的零件的局部回弹分布云图，包括以下子步骤：

[0008] ①stl数据导出：将AutoForm模拟软件中回弹后的零件以stl文件格式从AutoForm软件中导出；

[0009] ②将stl文件导入到CATIA软件的Digitized Shape Editor模块中，导入的点云数据代表板料的中性层，需要根据理论产品数模的板料厚度方向将点云数据按半个板料厚度距离进行偏置处理；

[0010] ③以产品曲面为参考曲面，对点云数据进行拟合处理；

[0011] ④以产品曲面为参考曲面，对点云数据进行偏差分析，获得基于模拟结果的零件局部回弹分布云图。

- [0012] (2) 模具调试阶段,通过对零件进行光学检测评估零件的回弹状态,然后在CATIA软件中生成基于光学扫描结果的零件的局部回弹分布云图,包括以下子步骤:
- [0013] ①将光学检测所获得的点云数据以stl文件格式导出;
- [0014] ②将点云数据的stl文件导入到CATIA的Digitized Shape Editor模块中,根据光学扫描方式判断是否需要对导入的点云数据进行偏置处理;
- [0015] ③以产品曲面为参考曲面,对点云数据进行拟合处理;
- [0016] ④以产品曲面为参考曲面,对点云数据进行偏差分析,获得基于光学扫描结果的零件局部回弹分布云图。
- [0017] 第2步、确定回弹补偿区域,包括以下子步骤:
- [0018] ①在CATIA软件的Generative Shape Design模块中,冲压工艺设计阶段,根据基于模拟结果的零件局部回弹分布云图判断椭圆方位;模具调试阶段,根据基于光学扫描结果的零件局部回弹分布云图判断椭圆方位;确定椭圆中心点,并在中心点位置建立驱动坐标系,驱动坐标系的Z轴方向为圆心处的型面法向方向,驱动坐标系的X轴、Y轴分别代表椭圆的长轴方向和短轴方向;
- [0019] ②在驱动坐标系的XY平面绘制椭圆形草图,保证草图边界将局部回弹值超出公差范围的区域全部包围在椭圆之内,椭圆草图的内部区域即为回弹补偿区域。
- [0020] 第3步、构建参考曲面及目标曲面,包括以下子步骤:
- [0021] ①在驱动坐标系的XY平面构建矩形平面作为参考曲面,矩形平面的边界要超过椭圆形草图边界;
- [0022] ②利用CATIA软件Generative Shape Design模块中的Bump命令对参考曲面进行变形处理获得目标曲面,其中变形边界为椭圆草图,变形中心为驱动坐标系原点,变形方向为驱动坐标系Z轴方向,变形边界连续类型设置为曲率连续,调整椭圆长、短轴长度、变形距离和中心曲率,保证目标曲面与参考曲面的偏差分析云图与局部回弹分布云图相一致,以此为依据最终确定目标曲面。
- [0023] 第4步、驱动模具型面进行局部回弹补偿:利用CATIA软件Generative Shape Design模块中的Wrap Surface命令,依次选择模具型面、参考曲面、目标曲面,变形类型设置为“with direction”,并选择驱动坐标系的Z轴作为变形方向,驱动模具型面变形,完成模具型面的局部回弹补偿。
- [0024] 本发明的积极效果是:运用椭圆形草图限定回弹补偿区域,根据参考曲面及目标曲面之间沿驱动方向的矢量差确定回弹补偿量,驱动模具型面变形,提高了冲压模具型面局部回弹补偿效率,有效保证了模具型面的局部回弹补偿精度及补偿后曲面质量,减少了模具研修量,缩短了模具制造周期。

附图说明:

- [0025] 图1为AutoForm模拟软件直接输出的补偿曲面曲率分析示意图;
- [0026] 图2为某车型顶盖回弹分布云图;
- [0027] 图3为某车型翼子板回弹分布云图;
- [0028] 图4为某车型侧围后部加强板产品模型;
- [0029] 图5为模拟仿真获得的侧围后部加强板回弹分布云图;

- [0030] 图6为板料中间层偏置示意图；
- [0031] 图7为侧围后部加强板的局部回弹分布云图；
- [0032] 图8为侧围后部加强板的拉延凸模型面驱动坐标系示意图；
- [0033] 图9为侧围后部加强板的椭圆形回弹补偿区域示意图；
- [0034] 图10为侧围后部加强板的驱动参考曲面示意图；
- [0035] 图11为侧围后部加强板的回弹偏差分析对比示意图；
- [0036] 图12为侧围后部加强板的驱动目标曲面示意图；
- [0037] 图13为回弹补偿后的侧围后部加强板凸模型面；
- [0038] 图14为某车型车门加强板的产品模型；
- [0039] 图15为车门加强板的光学检测结果；
- [0040] 图16为车门加强板的局部回弹分布云图；
- [0041] 图17为车门加强板拉延凸模型面驱动坐标系示意图；
- [0042] 图18为车门加强板椭圆形回弹补偿区域示意图；
- [0043] 图19为车门加强板驱动参考曲面示意图；
- [0044] 图20为车门加强板回弹偏差分析对比示意图；
- [0045] 图21为车门加强板驱动目标曲面示意图；
- [0046] 图22为回弹补偿后的车门加强板凸模型面。

具体实施方式：

- [0047] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的描述：
- [0048] 实施例1
- [0049] 某车型侧围后部加强板产品模型如图4所示，该产品为左右对称件，冲压工艺按一模两件设计，为了评估产品的尺寸精度，在AutoForm模拟软件中按照冲压工艺内容进行模拟仿真，图5所示为产品的回弹分布云图，回弹结果显示产品的局部回弹值超出公差范围，公差要求： $\pm 0.5\text{mm}$ ，需要进行回弹补偿，其步骤如下：
- [0050] 第1步、获取零件局部回弹分布云图，子步骤为：
 - [0051] ①将回弹后的零件以stl文件格式从AutoForm软件中导出；
 - [0052] ②将stl文件导入到CATIA软件的Digitized Shape Editor模块中，如图6所示，导入的点云数据为板料的中间层，而CATIA中的理论产品曲面为零件的上表面，因此将导入的点云数据向零件上表面一侧进行偏置，偏置距离为板料厚度的一半；
 - [0053] ③以产品曲面为参考曲面，利用Align by Best Fit命令对偏置后的点云数据进行拟合处理；
 - [0054] ④以产品曲面为参考曲面，对拟合后的点云数据进行偏差分析，获得零件的局部回弹分布云图，如图7所示。
- [0055] 第2步、确定回弹补偿区域，子步骤为：
 - [0056] ①根据侧围后部加强板局部回弹分布云图判断椭圆方位，在拉延凸模型面上定位椭圆中心点O，并在该点处建立驱动坐标系H，Z轴方向为重心点处的模具型面法向方向，X轴为椭圆长轴方向，Y轴为椭圆短轴方向，如图8所示；
 - [0057] ②在驱动坐标系H的XY平面上绘制椭圆形草图，椭圆内部区域为回弹补偿区域，如

图9所示。

[0058] 第3步、构建参考曲面B及目标曲面A,子步骤为:

[0059] ①在驱动坐标系H的XY平面构建矩形平面曲面作为参考曲面B,如图10所示,矩形尺寸为:900mm×500mm,将椭圆包围在矩形之内;

[0060] ②利用Generative Shape Design模块中的Bump命令对参考曲面B进行变形处理,调整椭圆长、短轴的长度、变形距离及变形中心曲率,使目标曲面A与参考曲面B之间的偏差分析云图与零件局部回弹分布云图相一致,如图11所示,变形后获得目标曲面A,如图12所示。

[0061] 具体参数设置如下:

[0062] 椭圆长轴半径:370mm;

[0063] 椭圆短轴半径:150mm;

[0064] 变形边界:椭圆草图;

[0065] 变形中心:驱动坐标系H原点;

[0066] 变形方向:驱动坐标系Z轴方向;

[0067] 变形距离D:1.5mm;

[0068] 变形边界连续类型:曲率连续;

[0069] 中心曲率:1;

[0070] 第4步、驱动模具型面进行局部回弹补偿:利用CATIA软件Generative Shape Design模块中的Wrap Surface命令驱动模具型面进行变形,变形命令中依次选取补偿前的拉延凸模型面、参考曲面、目标曲面,包裹类型设置为“with direction”,并选择驱动坐标系Z轴为变形方向,图13所示为回弹补偿后的拉延凸模型面。

[0071] 实施例2

[0072] 图14所示为某车型车门加强板的产品模型,该产品为左右对称件,冲压工艺按一模两件设计,采用3序模具完成该产品的冲压,模具研配合格后进行首轮冲压试验,如图15所示,光学检测发现试冲零件局部尺寸超出公差范围,需要对当前拉延凸模型面进行回弹补偿,下面以零件端部的负回弹区域为例,进行局部回弹补偿,其步骤如下:

[0073] 第1步、获取零件局部回弹分布云图,子步骤为:

[0074] ①将光学检测获得的点云数据以stl文件格式导出;

[0075] ②将stl文件导入到CATIA软件的Digitized Shape Editor模块中,由于光学扫描表面和产品曲面均为零件上表面,因此无需对点云数据进行偏置处理;

[0076] ③以产品曲面为参考曲面,对点云数据进行拟合处理;

[0077] ④以产品曲面为参考曲面,对点云数据进行偏差分析,获得零件局部回弹分布云图,如图16所示。

[0078] 第2步、确定回弹补偿区域,子步骤为:

[0079] ①根据车门加强板局部回弹分布云图判断椭圆方位,在拉延凸模型面上定位椭圆中心点O,并在该点处建立驱动坐标系H,Z轴方向为重心点处的凸模型面法向方向,X轴为椭圆长轴方向,Y轴为椭圆短轴方向,如图17所示;

[0080] ②在驱动坐标系H的XY平面上绘制椭圆形草图,椭圆内部区域为回弹补偿区域,如图18所示。

- [0081] 第3步、构建参考曲面B及目标曲面A,子步骤为:
- [0082] ①在驱动坐标系H的XY平面构建矩形平面曲面作为参考曲面B,如图19所示,矩形尺寸为:600mm×300mm,将椭圆包围在矩形之内;
- [0083] ②利用CATIA软件Generative Shape Design模块中的Bump命令对参考曲面B进行变形处理,调整椭圆长、短轴的长度、变形距离及变形中心曲率,使目标曲面A与参考曲面B之间的偏差分析云图与零件局部回弹分布云图相一致,如图20所示,变形后获得目标曲面A,如图21所示。
- [0084] 具体参数设置如下:
- [0085] 椭圆长轴半径:260mm;
- [0086] 椭圆短轴半径:100mm;
- [0087] 变形边界:椭圆草图;
- [0088] 变形中心:驱动坐标系H原点;
- [0089] 变形方向:驱动坐标系Z轴方向;
- [0090] 变形距离D:2.5mm;
- [0091] 变形边界连续类型:曲率连续;
- [0092] 中心曲率:1
- [0093] 4. 驱动模具型面进行局部回弹补偿:利用CATIA软件Generative Shape Design模块中的Wrap Surface命令驱动模具型面进行变形,变形命令中依次选取补偿前的拉延凸模型面、参考曲面、目标曲面,包裹类型设置为“with direction”,并选择驱动坐标系Z轴为变形方向,图22所示为回弹补偿后的凸模型面。

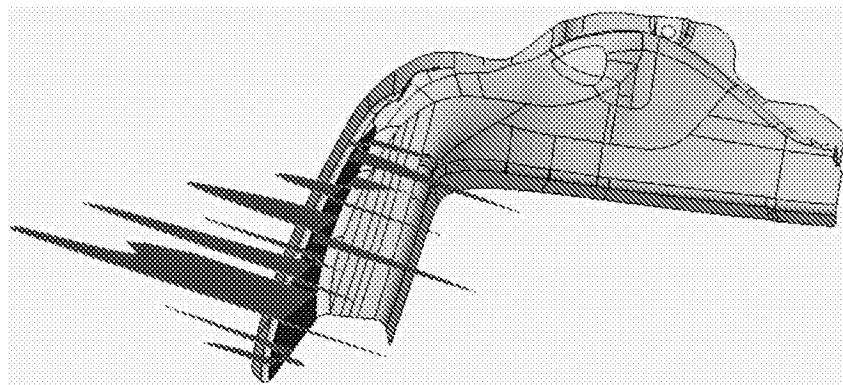


图1

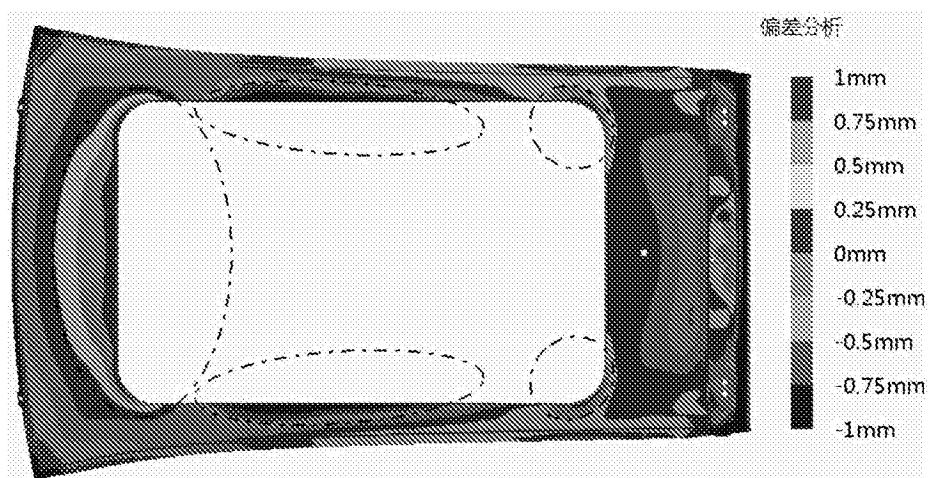


图2

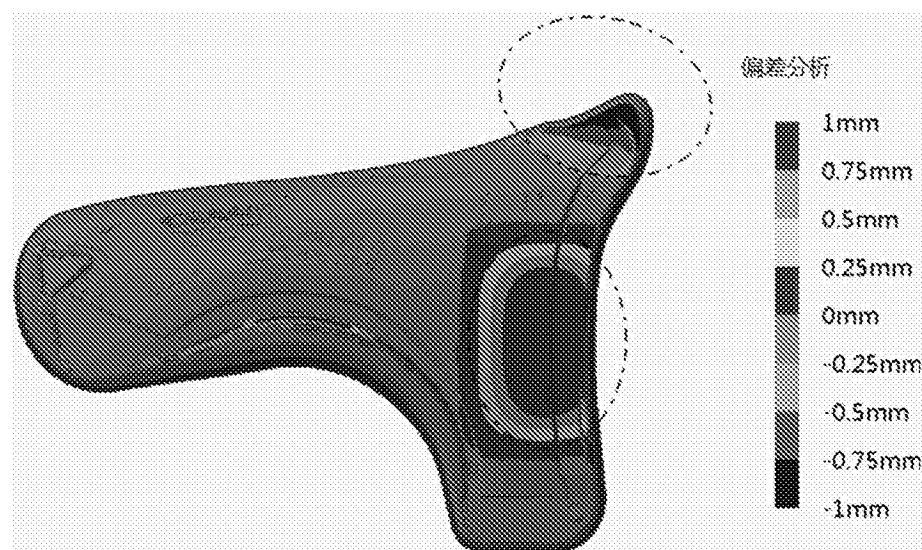


图3

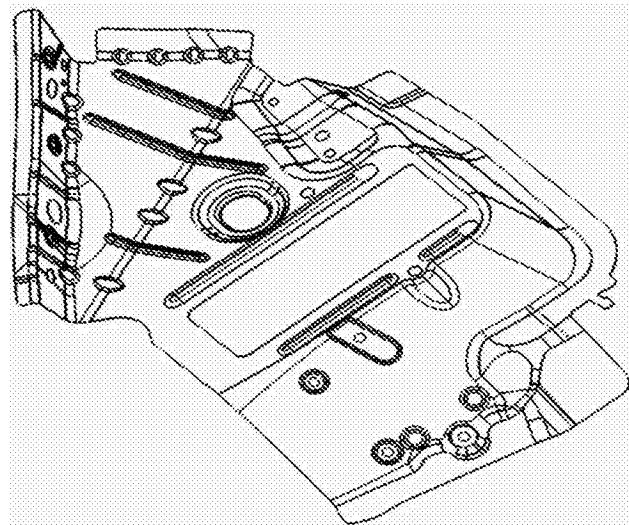


图4



图5

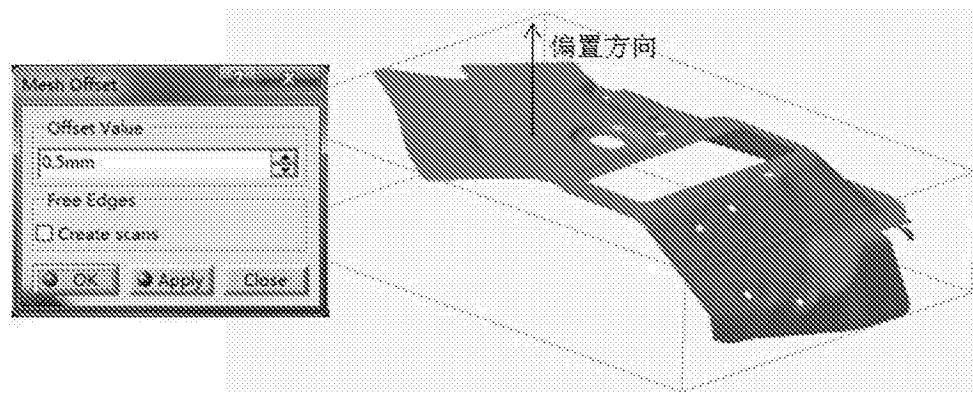


图6

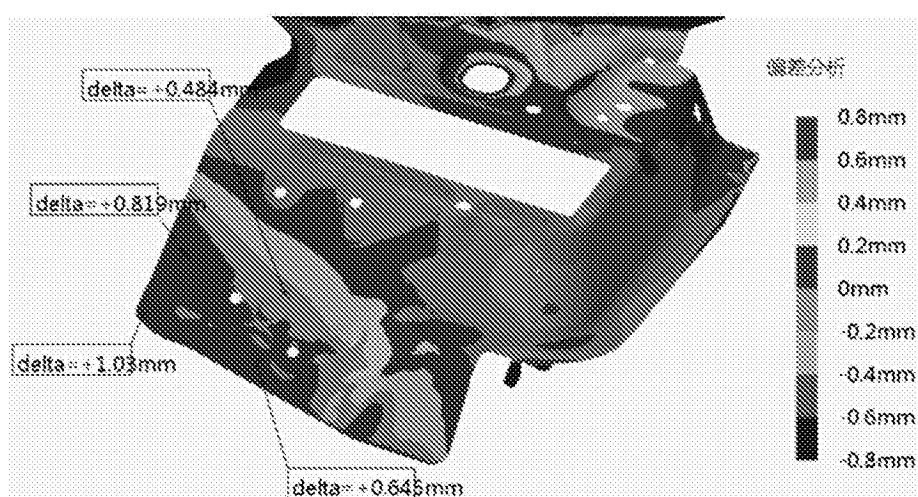


图7

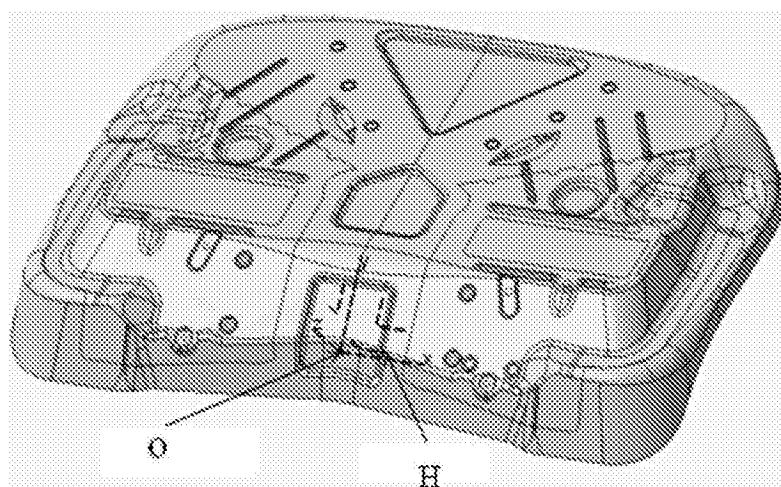


图8

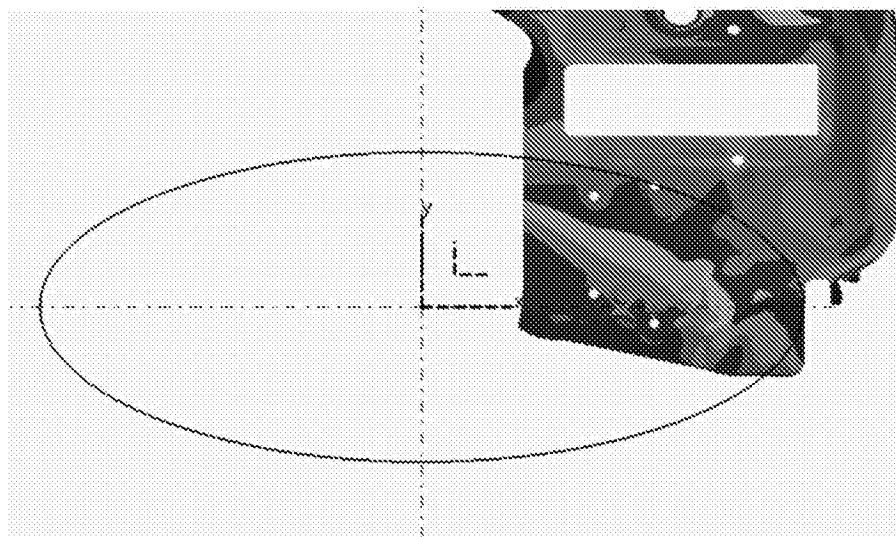


图9

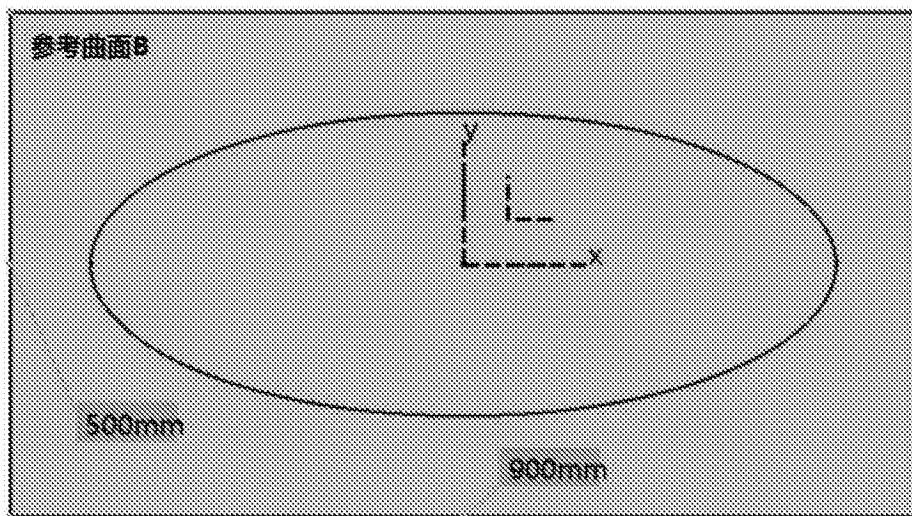


图10

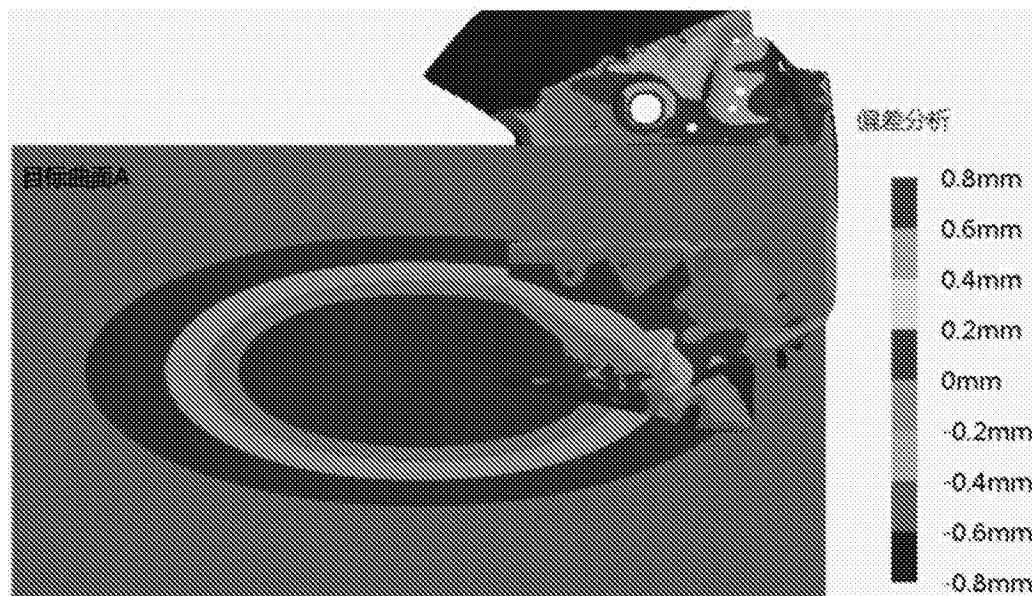


图11

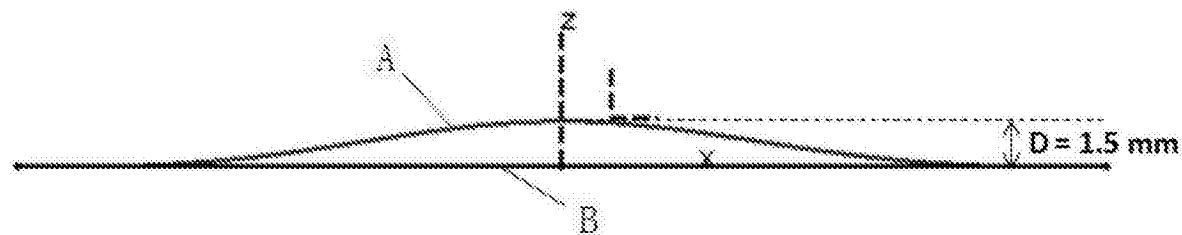


图12

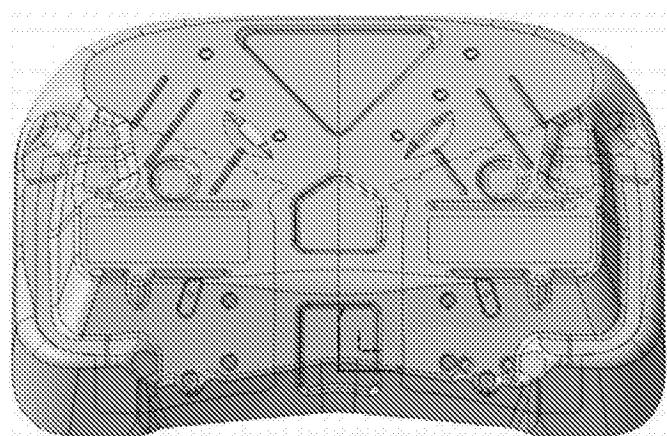


图13

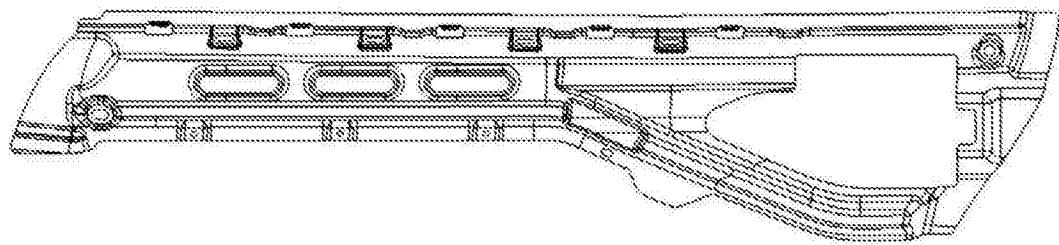


图14

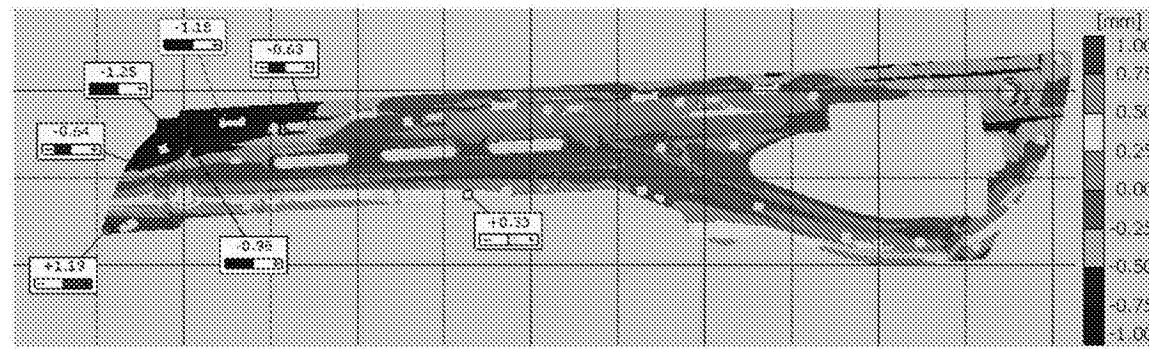


图15

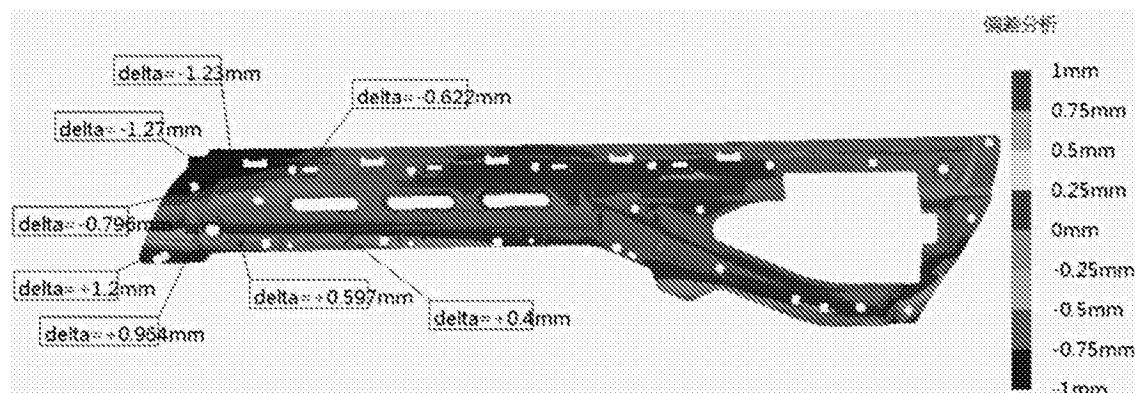


图16

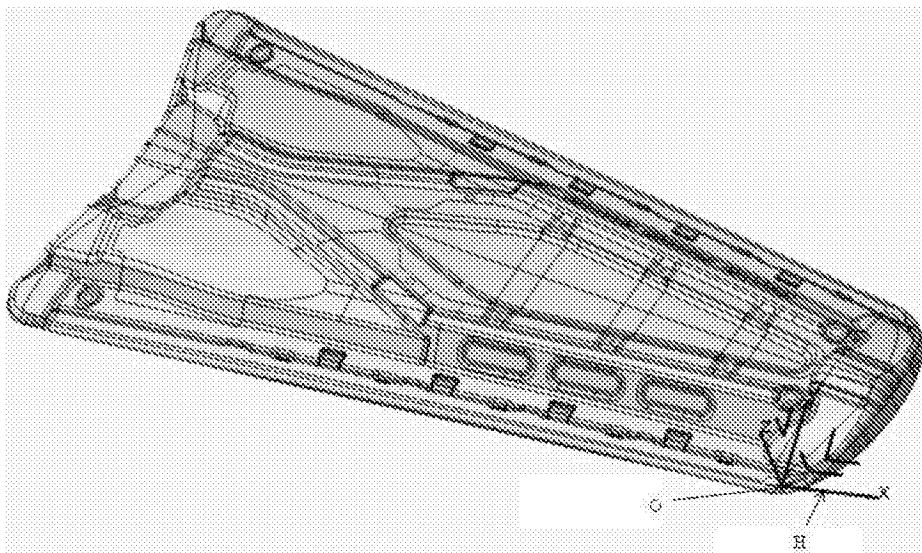


图17

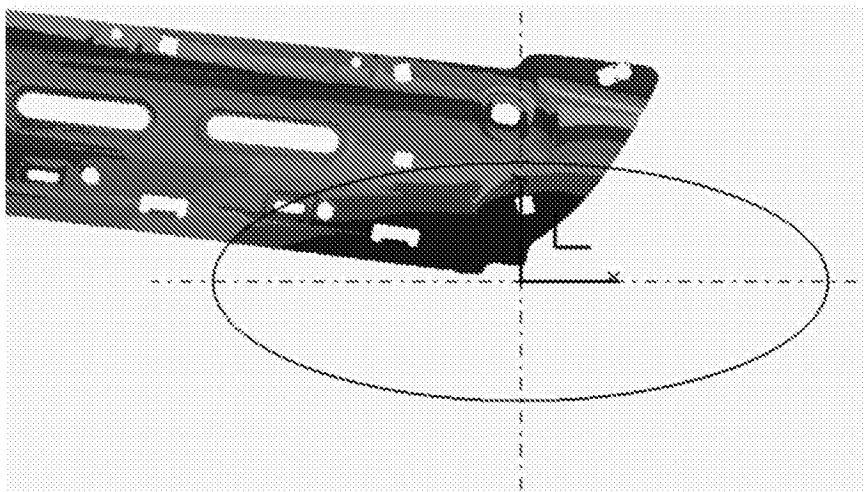


图18

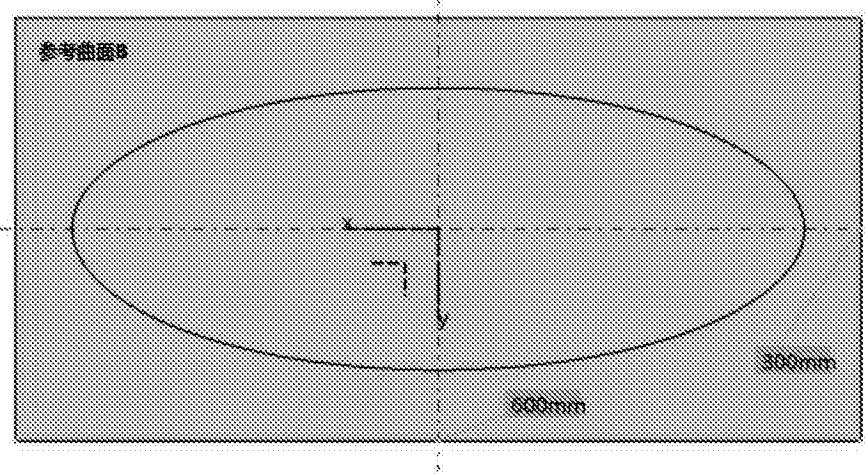


图19

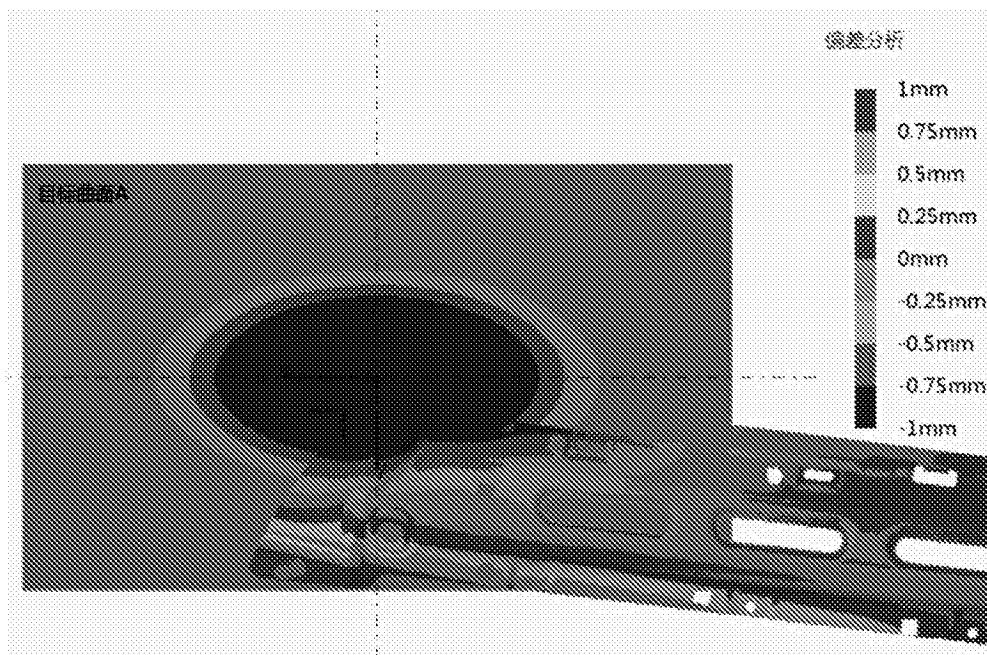


图20

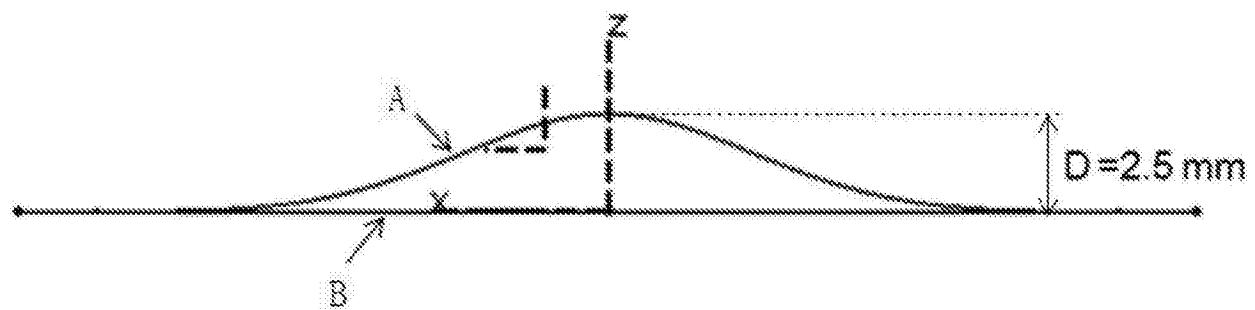


图21

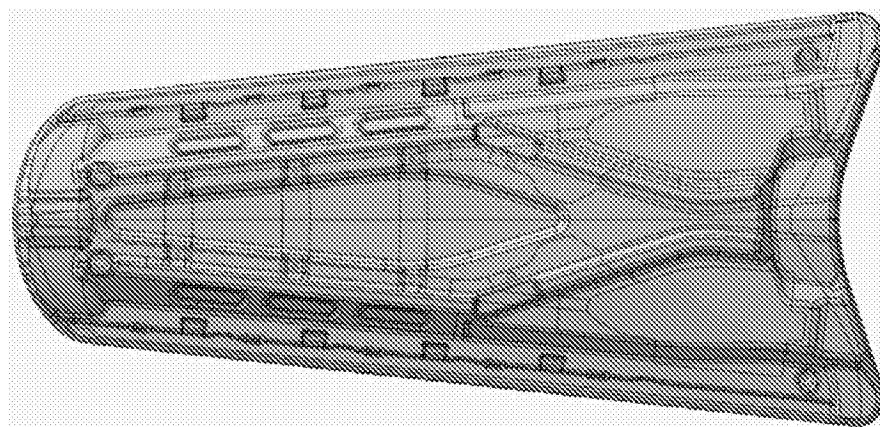


图22