



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102327945 A

(43) 申请公布日 2012. 01. 25

(21) 申请号 201010225610. 3

(22) 申请日 2010. 07. 14

(71) 申请人 成都飞机工业(集团)有限责任公司  
地址 610092 四川省成都市黄田坝

(72) 发明人 袁胜 许旭东 李光俊

(51) Int. Cl.

B21D 26/021 (2011. 01)

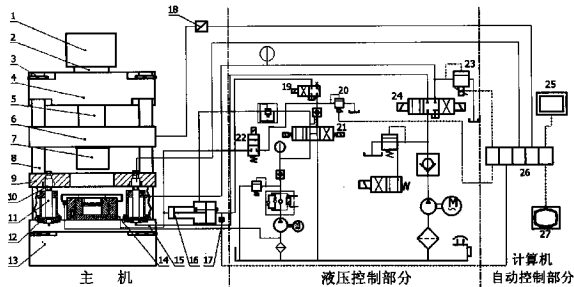
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

## (54) 发明名称

一种深型腔零件充液拉深成形设备

## (57) 摘要

本发明涉及一种能拉深复杂形状如具有负拔模角度的缩口类零件的深型腔零件的深型腔零件充液拉深成形设备,由主机、液压控制系统和计算机自动控制系统三部分组成。主机为三梁四柱液压机,液压控制系统为主机提供运动动力,主要包括压边控制回路和充液室控制回路两个主要回路,计算机自动控制系统实时采集位移和压力传感器的数据,对成形参数进行精确控制和记录,计算机自动控制系统还可以按设定的曲线精确控制压力。本发明能够成形传统成形工艺无法或需多次才能成形的零件,具有成形精度高、零件表面质量好,贴模度高等优点,且操作简便、控制精度高、通用性强和自动化程度高等特点。



1. 一种深型腔零件充液拉深成形设备,其特征在于:包括主机、液压控制系统和计算机自动控制系统,所述主机是液压机,所述液压控制系统控制主机的运动,所述的计算机自动控制系统按设定的参数控制液压控制系统。

2. 根据权利要求1所述的一种深型腔零件充液拉深成形设备,其特征在于:所述的主机包括油箱(1)、主缸(2)、圆螺母(3)、主缸活塞(5)、主滑块(6)、过渡块(7)、压边滑块(9)、力传感器(10)、压边活塞(11)、压边缸(12)、超高压充液室(14)、压边固定板(15)、增压缸(16)、压力传感器(17)、光栅尺(18)和液压机机架,所述的液压机机架包括上平台(4)、立柱(8)和下平台(13),主缸(2)固定在上平台(4)上,其顶端与油箱(1)相连,位于主缸(2)内的主缸活塞(5)与主滑块(6)连接。压边缸(12)通过压板固定板(15)固定在下平台(13)上,位于压边缸(12)内的压边活塞(11)通过螺纹与力传感器(10)连接,力传感器(10)固定在压边滑块(9)上,超高压充液室(14)通过高压管与增压缸(16)相连。

3. 根据权利要求1所述的一种深型腔零件充液拉深成形设备,其特征在于:液压控制部分包括压边控制回路和充液室控制回路两个主回路,其中压边控制回路的压力调控是由比例溢流阀(23)实现的,压边滑块(9)的上下运动通过换向阀(24)的换位来实现,充液室控制回路的压力调控通过比例溢流阀(20)来实现,在比例溢流阀(20)和超高压充液室(14)之间采用了增压装置。

4. 根据权利要求3所述的一种深型腔零件充液拉深成形设备,其特征在于:所述的增压装置是增压缸(16),增压缸(16)包括高压缸体(28)、六角螺母(29)、螺杆(30)、组合轴封(31)、O型圈(32)、中间座(33)、法兰(34)、管接头(35)、导向套(36)、低压缸体(37)、活塞杆(38)、耐磨环(39)、格来圈(40)、活塞(41)、紧定螺钉(42)、缸底(43)和位移传感器(44),高压缸体(28)和低压缸体(37)通过自身螺纹与法兰(34)连接,法兰(34)通过六角螺母(29)和螺杆(30)连接,缸底(43)固定在低压缸体(37)上,高压缸体(28)、低压缸体(37)和缸底(43)构成增压缸(16)缸壁,高压缸体(28)与低压缸体(37)用中间座(33)过渡,并接有管接头(35),位于低压缸体(37)内的活塞(41)通过自身螺纹与活塞杆(38)连接,通过紧定螺钉(42)防止活塞杆(38)工作时转动,并由耐磨环(39)和格来圈(40)来抗磨和密封,位于缸底(43)的红外位移传感器(44)用于测量活塞(41)的位移,并与PLC模块26连接,将活塞(41)的位移实时显示在触摸屏25和工控机27上,活塞杆(38)通过导向套(36)导向,并通过组合油封(31)和O型圈(32)密封,增压缸16通过活塞(41)与活塞杆(38)的端面积之比为超高压充液室(14)提供高压液体,其高压端通过与高压电磁换向阀(22)连接。

5. 根据权利要求1所述的一种深型腔零件充液拉深成形设备,其特征在于:所述的计算机自动控制系统包括触摸屏(25)、PLC模块(26)和工控机(27),计算机自动控制通过采集力传感器(10)、压力传感器(17)和光栅尺(18)的信号,通过模/数转换,将采集到的数据实时显示在触摸屏(25)和工控机(27)上,根据设置的工艺参数,控制实时调节比例溢流阀(20)、(23)的出口压力,以使压边缸(12)和增压缸(16)达到所需压力。

6. 根据权利要求5所述的一种深型腔零件充液拉深成形设备,其特征在于:超高压充液液室的压力和压边力可按凸模位移分段设置,采用PID比例积分微分控制方法。

7. 根据权利要求2所述的一种深型腔零件充液拉深成形设备,其特征在于:充液拉深时,工作凹模与超高压充液室通过螺纹连接,凸模固定在主缸滑块上,压边圈与压边滑块相连。

## 一种深型腔零件充液拉深成形设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种板料充液拉深成形设备,尤其是指一种深型腔复杂零件的充液拉深成形液压机,属于板料充液拉深成形专用技术装备。

### 背景技术

[0002] 航空、航天、汽车、电器等制造业中,经常会遇到一些复杂的钣金零件,尤其是形状复杂、曲面变化大、落差很深的落压零件。落压工艺是钣金工艺中用于成形复杂钣金零件的传统方法,由于该工艺在成形过程中噪声污染大,手工修整工作量大,成形质量不易控制,成形零件表面和内部损伤严重,根本不能满足这类零件的成形要求,原来由落压工艺成形的相当部分复杂钣金件可以改由橡皮囊液压方法来成形,但是,还有相当一部分钣金件形状及结构十分复杂如具有负拔模角度的缩口类零件、落差很深,由于橡皮囊本身变形和高压下密封要求等限制,这类零件无法采用高压橡皮囊液压机来成形,即使个别零件的尺寸在设备的成形极限许可范围内,也没有人敢以损失橡皮囊的使用寿命为代价而大胆尝试,目前解决这类工艺问题只能通过对零件进行工艺分割、更改设计等办法将就成形。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种用于深型腔复杂零件的充液拉深成形设备。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备包括主机、液压控制系统和计算机自动控制系统,主机为三梁四柱液压机,并配有超高压充液室,液压控制系统为主机提供运动动力,并根据控制信号和设置的参数实现对主机启停、位移、速度、压力等的控制,计算机自动控制系统实时采集位移和压力传感器的数据,对成形力、压边力、冲压行程、速度的成形参数进行精确控制和记录,具备数据库功能,通过计算机参数设置界面,可以按设定的曲线精确控制压力,确保工艺参数在设定的数值内,并且随时间可变可调。

[0005] 所述主机主要包括油箱、主缸、圆螺母、上平台、主缸活塞、主滑块、过渡块、立柱、压边滑块、力传感器、压边活塞、压边缸、下平台、超高压充液室、压边固定板、增压缸、压力传感器、光栅尺等。上平台、立柱和下平台构成液压机机架,主缸固定在上平台上,其顶端与油箱相连,位于主缸内的主缸活塞与主滑块连接。压边缸通过压板固定板固定在下平台上,位于压边缸内的压边活塞通过螺纹与力传感器连接,力传感器通过连接螺钉固定在压边滑块上,超高压充液室通过高压管与增压缸相连。充液拉深时,工作凹模与液室通过螺纹连接,凸模固定在主缸滑块上,压边圈与压边滑块相连;

[0006] 所述液压控制系统主要包括两个独立的控制回路:压边控制回路和充液室控制回路。压边控制回路的压力和充液室控制回路的压力调控是由比例溢流阀来实现的,通过比例溢流阀可以方便地进行压边压力的设定和远程控制,充液室控制回路在比例溢流阀和充液室之间采用了增压装置。增压装置的低压控制腔与比例溢流阀压力输出口相连,高压腔则与充液室用高压管路相连;

[0007] 所述计算机自动控制系统主要由电气控制柜、电气操纵箱、工控机、触摸屏、增压器分线盒、泵站分线盒等组成。计算机自动控制系统有两种操作方式：工控机操作和触摸屏操作，与工控机配套的专用试验软件系统可在 Windows XP 操作系统下工作，用一台工控机完成全部试验过程，操作由鼠标和键盘来完成，并保留手动操作功能，与触摸屏配套的操作界面具备工艺参数设置和数据实时监测的功能。

[0008] 本发明的充液拉深设备工作时，首先安装好所需的凸模、凹模和压边圈，并放置好板料，在工控机或触摸屏上设置好成形所需的工艺参数，系统运行后，由液压控制系统向压边缸供油，实现压边圈下行，当压边圈接触到板料且与压边活塞相连的力传感器达到初始设置值时，主缸滑块开始快速下行，当连接在主缸滑块上的凸模到达预先设定好的慢速转换位置后，通过比例调速阀实现慢速下行，当凸模接触到板料时将停止并保压，然后，由增压缸向充液室提供反胀压力，当反胀压力达到预设值后，压边缸压力和液室压力按照计算机控制系统设定的加载路径变化，主缸活塞在压边缸压力和液室压力达到设定值后，以工作速度拉深零件直到达到设定深度，零件成形后，压边缸自动调整到设置的整形所需的压边力，增压缸则调整到设置的整形液室压力，对零件进行整形，以消除起皱现象，提高零件贴模度，并减小回弹，而后主缸和压边缸顺序退回，实现零件的自动脱模，至此一个工作循环结束。

[0009] 本发明与已有技术相比，其优点及功效在于：

[0010] 第一：本发明采用液压成形技术，能够成形传统普通成形工艺无法或需多道次才能成形的零件，具有成形精度高、零件表面质量好，贴模度高等优点；

[0011] 第二：本发明的增压缸的低压控制腔与比例溢流阀压力输出口相连，高压腔则直接与充液室用高压管路相连，这中间没有任何液压元件，这种设计不仅将高低压分开，减少高压元器件的使用，而且避免了油液污染，清洗方便；

[0012] 第三：本发明能够根据设定的液室压力自动选择是否使用增压缸，当成形零件需要的液室压力在 30MPa 以下时（低压），液室压力由油泵直接提供，并通过比例阀调节；当成形零件需要液室压力在 30MPa 以上时（高压），通过增压缸增压达到所需的成形压力，这样不仅减少了对增压缸的依赖，而且提高了低压时的控制精度；

[0013] 第四：本发明的液室压力和压边力可按凸模位移分段设置，且采用 PID（比例积分微分）控制方法，实现了液室压力和压边力按工艺所需加载路径实时调节，控制过程中，液室压力和压边力同时达到设定值，成形过程才会进行，保证了控制精度；

[0014] 第五：本发明采用工控机作为上位机实现实时数据采集，具备数据库功能，并自动生成完整的生产报表，提高了生产效率。同时采用触摸屏输入工艺参数、监视过程数据，并能实时显示设备运行状态，对系统故障能够准确判断，并及时处理，避免危险发生；

[0015] 第六：本发明设置了自动脱模和手动脱模两种零件脱模方式，自动脱模是在零件成形结束后主缸和压边缸依次自动回退，以使包覆在凸模上的零件脱落，手动脱模是在零件成形结束后，主缸和压边缸均保持不动，通过人工操作来完成脱模，对于缩口型零件，自动脱模会损坏零件，只能手动脱模。设置两种脱模方式，扩大了本发明可成形零件的范围。

[0016] 第七：本发明在成形工艺中设置了初始反胀和自动整形。初始反胀是在零件成形之前利用充液室油液压力使板料反向部分包覆在凸模上，这样可以减少内皱产生，提高成形极限和成形零件的刚性；自动整形是在成形结束后，利用充液室内的高压油液作用于成

形零件,以提高贴模度,减小回弹。

[0017] 该设备利用液体作为传力介质,代替刚性的凹模直接作用于毛坯进行成形,与刚性模成形相比,模具成本低、制造周期短、寿命长,板材成形极限高,工件尺寸精度高、回弹小、壁厚均匀、表面质量好;与高压橡皮囊液压成形相比,工艺参数易于控制、成形深度高、成形质量易于控制。该设备的位移、速度、压力等均采用比例阀控制,电气采用 PLC 控制,上位机和触摸屏具备参数设置、实时数据显示、历史数据归档和故障分析等功能,操作简便,自动化程度高。

## 附图说明

[0018] 图 1 是本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备的整体结构示意图。

[0019] 图 2 是本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备的增压缸的结构图。

[0020] 图 3 是本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备工作流程的模具安装示意图。

[0021] 图 4 是本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备工作流程的初始反胀示意图。

[0022] 图 5 是本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备工作流程的拉深示意图。

[0023] 图 6 是本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备工作流程的脱模示意图。

[0024] 其中:

[0025] 1. 油箱 2. 主缸 3. 圆螺母 4. 上平台 5. 主缸活塞 6. 主滑块 7. 过渡块 8. 立柱 9. 压边滑块 10. 力传感器 11. 压边活塞 12. 压边缸 13. 下平台 14. 超高压充液室 15. 压边固定板 16. 增压缸 17. 压力传感器 18. 光栅尺 19. 电磁换向阀 20. 比例溢流阀 21. 电磁换向阀 22. 高压换向阀 23. 比例溢流阀 24. 电磁换向阀 25. 触摸屏 26. PLC 模块 27. 工控机 28. 高压缸体 29. 六角螺钉 30. 螺杆 31. 组合轴封 32. O 型圈 33. 中间座 34. 法兰 35. 管接头 36. 导向套 37. 低压缸体 38. 活塞杆 39. 耐磨环 40. 格来圈 41. 活塞 42. 紧定螺钉 43. 缸底 44. 位移传感器 45. 模柄连接座 46. 通用模柄 47. 凸模 48. 垫圈 49. 压边圈 50. 凹模 51. 板料 52. 零件

## 具体实施方式

[0026] 下面结合附图和具体实施实例,对本发明的技术方案做进一步说明。

[0027] 图 1 示出了本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备的整体结构示意图,深型腔充液拉深设备包括三个主要组成部分:主机、液压控制部分和计算机自动控制部分,主机主要包括油箱 1、主缸 2、圆螺母 3、上平台 4、主缸活塞 5、主滑块 6、过渡块 7、立柱 8、压边滑块 9、力传感器 10、压边活塞 11、压边缸 12、下平台 13、超高压充液室 14、压边固定板 15、增压缸 16、压力传感器 17、光栅尺 18。上平台 4、立柱 8 和下平台 13 构成液压机机架,主缸 2 固定在上平台 4 上,其顶端与油箱 1 相连,位于主缸 2 内的主缸活塞 5 与主滑块 6 连接。压边缸 12 通过压板固定板 15 固定在下平台 13 上,位于压边缸 12 内的压边活塞 11 通过螺纹与力传感器 10 连接,力传感器 10 固定在压边滑块 9 上,超高压充液室 14 通过高压管与增压缸 16 相连。液压控制部分主要包括压边控制回路和充液室控制回路两个主要回路。其中压边控制回路的压力调控是由比例溢流阀 23 实现的,压边滑块 9 的上下运动通过换向阀 24 的换位来实现,充液室控制回路的压力调控通过比例溢流阀 20 来实现,为了实现充液室

14 的局部高压,在比例溢流阀 20 和超高压充液室 14 之间采用了增压缸 16。增压缸 16 的低压控制腔与比例溢流阀 20 压力输出口相连,高压腔则与充液室 14 用高压管路相连,为尽量减少高压元器件的使用,用高压换向阀 22 将增压缸 16 的高压部分与系统隔开,为减少增压缸的使用,当所需压力小于 30MPa 时,通过调节电磁换向阀 19 由系统直接向充液室 14 供油,通过电磁换向阀 21 的换向,可以实现增压缸 16 的往复运动。计算机自动控制部分主要由触摸屏 25、PLC 模块 26、工控机 27 等组成,计算机自动控制通过采集力传感器 10、压力传感器 17 和光栅尺 18 的信号,通过模 / 数转换,将采集到的数据实时显示在触摸屏 25 和工控机 27 上,并根据操作人员设置的工艺参数,通过 PID 比例积分微分控制实时调节比例溢流阀 20、23 的出口压力,以使压边缸 12 和增压缸 16 达到所需压力。

[0028] 图 2 示出了本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备的增压缸的结构图,增压缸 16 包括高压缸体 28、六角螺母 29、螺杆 30、组合轴封 31、O 型圈 32、中间座 33、法兰 34、管接头 35、导向套 36、低压缸体 37、活塞杆 38、耐磨环 39、格拉圈 40、活塞 41、紧定螺钉 42、缸底 43、位移传感器 44。高压缸体 28 和低压缸体 37 通过自身螺纹与法兰 34 连接,法兰 34 通过六角螺母 29 和螺杆 30 连接,缸底 43 焊接在低压缸体 37 上,以减少制造成本。高压缸体 28、低压缸体 37 和缸底 43 构成增压缸 16 缸壁,高压缸体 28 与低压缸体 37 用中间座 33 过渡,并接有管接头 35,方便与液压控制部分的连接,位于低压缸体 37 内的活塞 41 通过自身螺纹与活塞杆 38 连接,通过紧定螺钉 42 防止活塞杆 38 工作时转动,并由耐磨环 39 和格拉圈 40 来保证抗磨和密封。位于缸底 43 的红外位移传感器 44 用于测量活塞 41 的位移,并与 PLC 模块 26 连接,将活塞 41 的位移实时显示在触摸屏 25 和工控机 27 上。活塞杆 38 通过导向套 36 导向,并通过组合油封 31 和 O 型圈 32 密封。增压缸 16 通过活塞 41 与活塞杆 38 的端面积之比为超高压充液室 14 提供高压液体,其高压端通过与高压电磁换向阀 22 连接,以减少高压元器件的选用。

[0029] 图 3 示出了本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备工作流程的模具安装示意图,成形之前在设备的过渡座 7 上安装模柄连接座 45 和通用模柄 46,并在通用模柄 46 上安装凸模 47,将垫圈 48 和压边圈 49 安装在压边滑块 9 上,并将凹模 50 通过自身螺纹连接在超高压充液室 14 上,由于超高压充液室 14 与主缸 2 中心一致,模具安装后,凸模 47、压边圈 49 和凹模 50 中心也一致,将成形零件所需的板料 51 置于凹模 50 上,在触摸屏 25 或工控机 27 上设置所需的工艺参数。在操作面板上选择自动运行,系统将自动检查主滑块 6、压边滑块 9 增压缸活塞 41 位置以及工艺参数设置是否无误,若以上设置均正确,系统将执行自动运行命令,通过电磁换向阀 24 使压边缸 12 带动压边圈 49 下行,当压边圈 49 接触板料 51 后,通过力传感器 10 将压边力实时传到 PLC 模块 26,并实时显示在触摸屏 25 和工控机 27 上,并由工控机 27 记录压边力曲线,PLC 模块 26 通过 PID 调节压边力达到设置的工艺参数,然后液压控制部分控制主缸活塞 5 下行,并带动凸模 47 下行,当凸模 47 到达设置的自动转换慢速位置时,主缸 2 自动切换到慢速运行,直到凸模 47 接触到板料 51,而后凸模 47 停止并保压,这时电磁换向阀 21 换向,使增压缸 16 的活塞杆 38 前进,并使超高压充液室 14 内油液达到设置的初始反胀压力,

[0030] 图 4 示出了本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备工作流程的初始反胀示意图,初始反胀是在成形之前利用油液压力使板料 51 部分包覆在凸模 47 上,这样可以减少内皱产生,并显著提高成形零件刚性和成形极限,

[0031] 图 5 示出了本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备工作流程的拉深示意图, 初始反胀时间到达设置的时间后, 主缸以工作速度带动凸模慢速下行, 此时 PLC 模块 26 根据设置工艺参数, 通过调节比例溢流阀 20 和 23 来控制增压缸 16 高压腔和压边缸 12 的压力达到所需的工艺参数。若拉深过程中, 增压缸 16 高压腔压力或压边缸 12 的压力没有达到所设置的参数, 主缸 2 会自动停止并保压, 直到所有参数达到设置的数值, 主缸才会以工作速度继续拉深过程, 若拉深过程中出现任何故障, PLC 模块 26 将自动控制主机部分停机, 避免危险产生。当凸模 47 到达成形所设置的深度后将自动停止, PLC 模块 26 将控制增压缸 16 和压边缸 12 达到整形所需的液室压力和压边力, 对成形零件进行整形, 以提高贴模度, 减少零件成形后的回弹, 之后主缸 2、压边缸 12 和增压缸 16 自动卸压。

[0032] 图 6 示出了本发明的一种深型腔零件充液拉深成形设备工作流程的脱模示意图, 拉深过程结束后, 工控机 27 将自动记录拉深成形过程中主缸 2、压边缸 12 和增压缸 16 压力随凸模 47 位移的变化曲线及数据点, 并自动生成完整的生产报表。整形结束后, 本发明设置了自动和手动两种脱模方式, 对于自动脱模, 主缸 2 带动凸模 47 退回, 而后压边缸 12 带动压边圈 49 上行, 实现零件 52 自动脱落; 对于缩口型零件, 只能采用手动脱模方式, 整形结束后, 主缸 2 和压边缸 12 均保持原位并卸压, 可以通过人工操作取出零件 52, 至此, 整个工作循环结束。

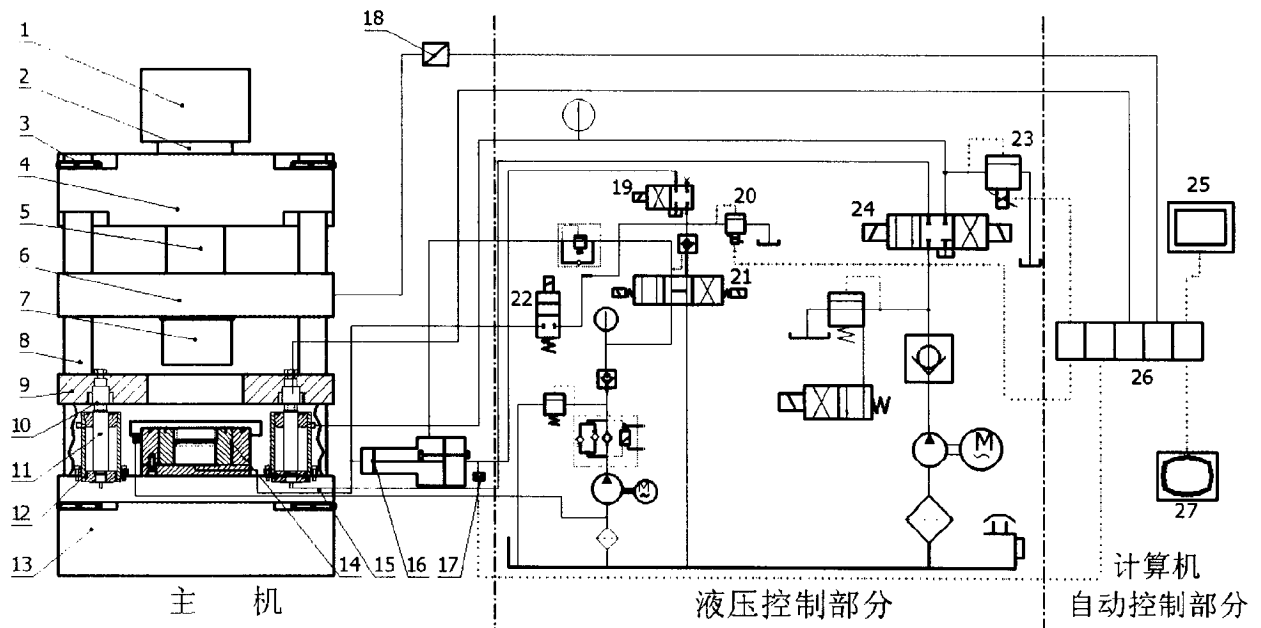


图 1

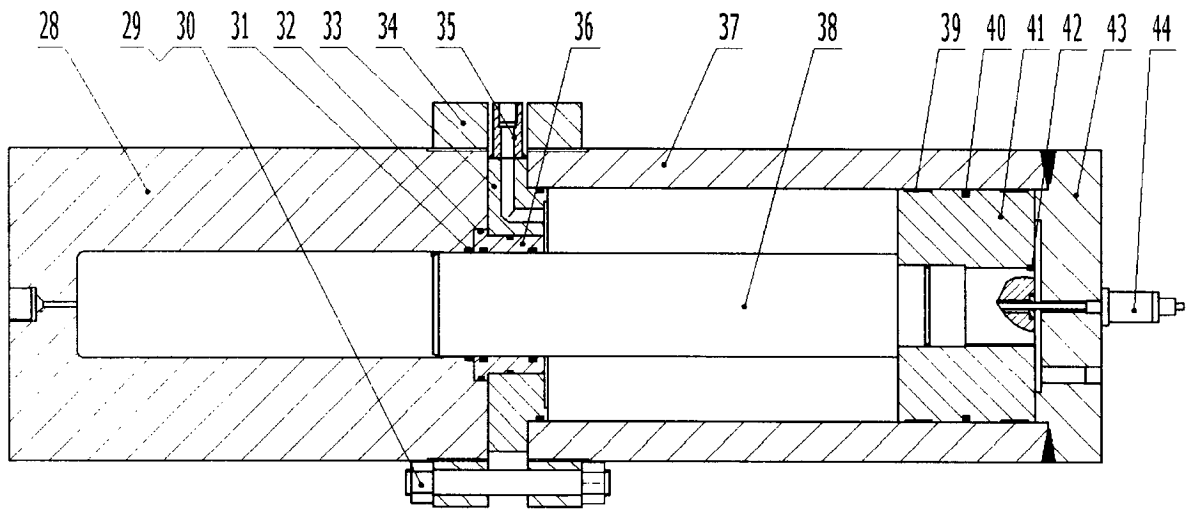


图 2



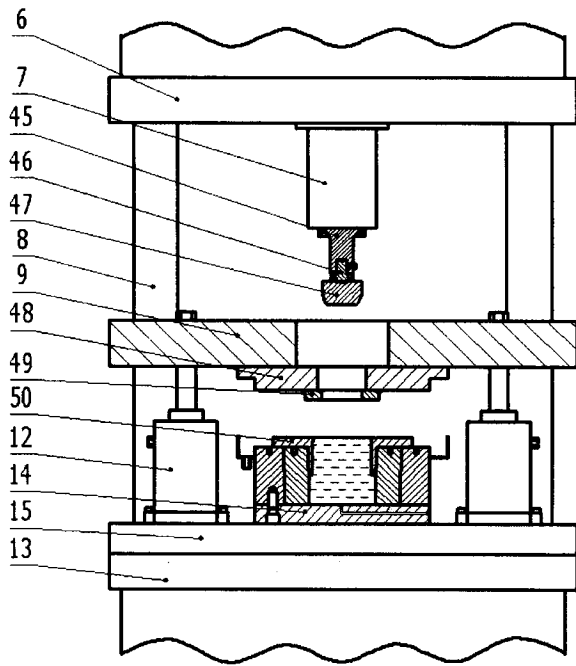


图 3

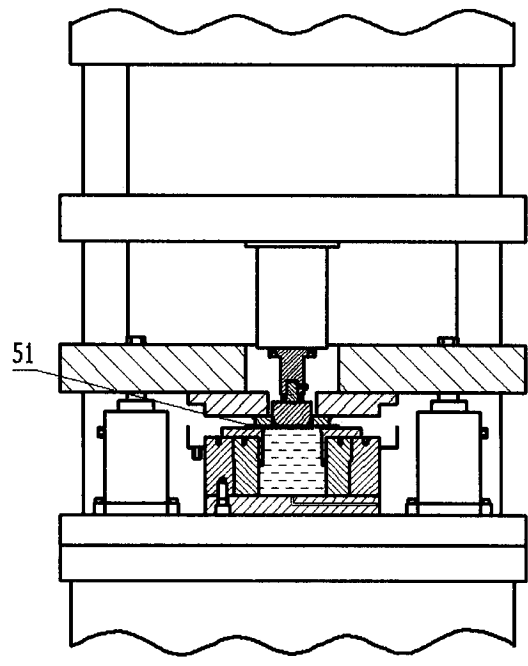


图 4

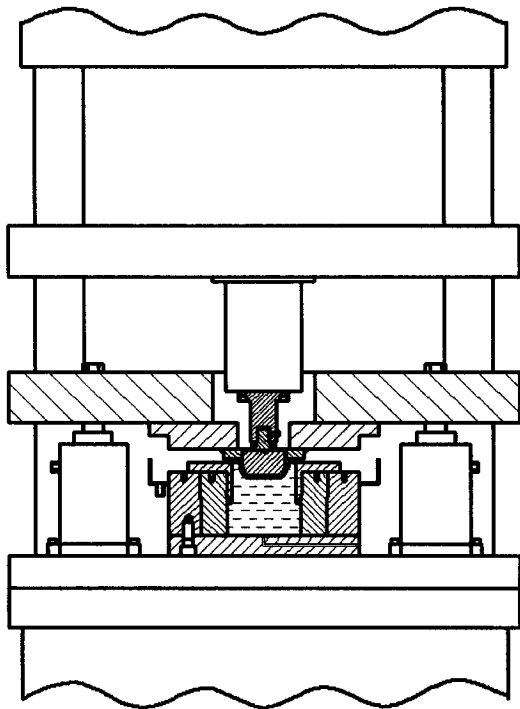


图 5

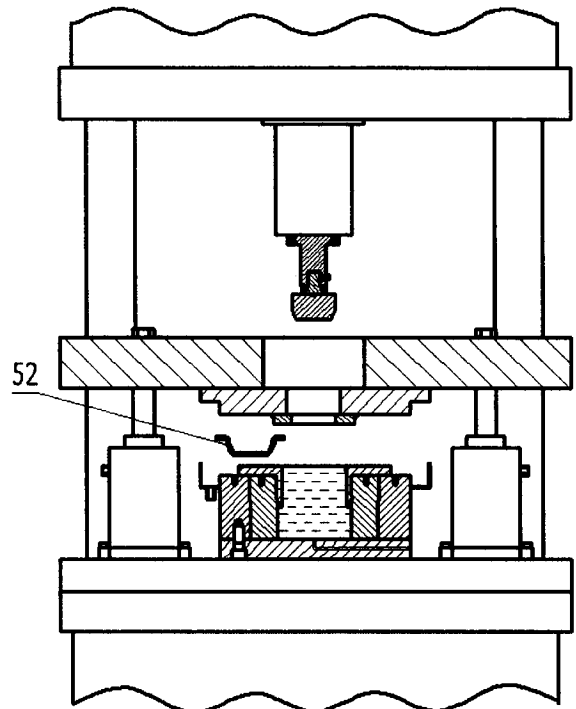


图 6