



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110935779 B

(45) 授权公告日 2021.05.28

(21) 申请号 201911280063.6

B21D 26/045 (2011.01)

(22) 申请日 2019.12.13

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110935779 A

CN 105562516 A, 2016.05.11

CN 105728539 A, 2016.07.06

CN 108119432 A, 2018.06.05

(43) 申请公布日 2020.03.31

CN 106345953 A, 2017.01.25

CN 102886412 A, 2013.01.23

CN 104841831 A, 2015.08.19

(73) 专利权人 哈尔滨工大海卓智能成形科技有限公司

CN 208600483 U, 2019.03.15

CN 106216481 A, 2016.12.14

CN 108980208 A, 2018.12.11

JP 2018167312 A, 2018.11.01

US 2014076016 A1, 2014.03.20

地址 150060 黑龙江省哈尔滨市平房区南海路20号

(72) 发明人 韩聪 苑世剑 李敬

刘伟等. 复杂曲面件多向加载液压成形技术. 《精密成形工程》. 2016, 第8卷 (第5期), 第1-6页.

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

代理人 王立普

审查员 安朴艳

(51) Int. Cl.

B21D 26/033 (2011.01)

B21D 26/047 (2011.01)

B21D 26/041 (2011.01)

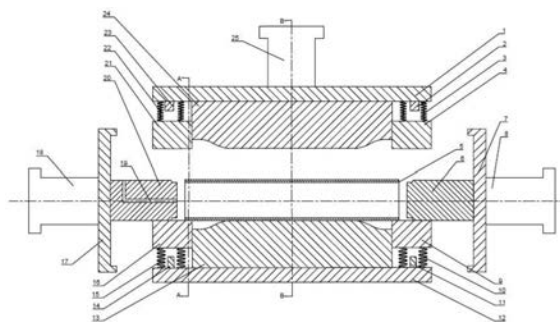
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

一种管材充液多向挤压成形装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种管材充液多向挤压成形装置及方法,为水平冲头设置垂直滑轨结构,由上下模和前后滑块四部分组成模具主体,此结构解决了成形异形变截面管件过程中管坯轴心下降时难以密封、无法成形多侧内凹管件的问题;在液压通路中加装了挤压压力控制系统,解决了无法实现挤压过程中压力线性变化的问题,在合模过程中,当管坯内腔容积变化时可实现压力按指定路线加载,可获得壁厚分布更均匀、成形精度更高的成形件;采用先充入加压液体后闭合模具的顺序,管坯在模具的机械压力和管内液压的共同作用下成形为所需形状;本发明提供的管材充液多向挤压成形装置及方法,在降低成本的同时成形出高强度、高精度、壁厚均匀的多向内凹异形变截面管件。



1. 一种管材充液多向挤压成形装置,其特征在于:包括成型模具和控制系统;所述成型模具包括顶板、底板、上模、下模、前滑块、后滑块、冲头、上压块、下压块和用于驱动所述上模、所述前滑块、所述后滑块、所述冲头的驱动装置,所述上模设置于所述顶板的底部,所述下模与所述上模相对设置,所述下模设置于所述底板的顶部,所述上模的内腔形状与异形变截面管件上侧形状对应,用于成形异形变截面管件的上侧,所述下模的内腔形状与异形变截面管件下侧形状对应,用于成形异形变截面管件的下侧;所述前滑块滑动连接于所述底板的顶部并位于所述下模的前端,所述后滑块滑动连接所述底板的顶部并位于所述下模的后端,所述前滑块与所述后滑块相对设置,所述前滑块与所述后滑块的内侧形状与异形变截面管件的侧壁形状对应,用于成形异形变截面管件的前后侧壁;

所述上模的两侧分别安装一个所述上压块,每侧的所述上压块均通过弹簧组与所述顶板连接,所述下模的两侧分别安装一个所述下压块,每侧的所述下压块均通过弹簧组与所述底板连接;所述上压块和所述下压块的内腔形状为与管坯直径相同的半圆形;

所述冲头包括第一水平冲头和第二水平冲头,所述第一水平冲头内设置有用于向所述管坯内充液的充液孔,所述第一水平冲头设置于所述左侧上压块与所述左侧下压块之间,所述第一水平冲头的一端与所述管坯相对用于封堵所述管坯的一端,所述第一水平冲头的另一端与竖向设置的左滑轨滑动连接;所述第二水平冲头设置于所述右侧上压块与所述右侧下压块之间,所述第二水平冲头的一端与所述管坯相对用于封堵所述管坯的另一端,所述第二水平冲头的另一端与竖向设置的右滑轨滑动连接;

所述控制系统包括运动控制系统和挤压压力控制系统,所述运动控制系统用于控制所述上模、所述前滑块、所述后滑块、所述第一水平冲头和所述第二水平冲头的运动,所述挤压压力控制系统用于控制挤压过程中所述管坯的内部压力。

2. 根据权利要求1所述的管材充液多向挤压成形装置,其特征在于:与所述顶板连接的两个弹簧组的弹力小于与所述底板连接的两个弹簧组的弹力,每个所述弹簧组包括呈矩形分布的四个弹簧。

3. 根据权利要求1所述的管材充液多向挤压成形装置,其特征在于:所述上模两侧的所述顶板底部分别设置有一上限位块,所述上限位块与所述上压块相对,所述下模两侧的所述底板顶部分别设置有一下限位块,所述下限位块与所述下压块相对。

4. 根据权利要求1所述的管材充液多向挤压成形装置,其特征在于:所述第一水平冲头和所述第二水平冲头包括用于封堵所述管坯的封堵段和主体段,所述主体段的直径与所述上压块和所述下压块的内腔直径相同。

5. 根据权利要求1所述的管材充液多向挤压成形装置,其特征在于:所述驱动装置包括设置于所述上模顶部的垂直冲头、设置于所述前滑块外侧的前侧油缸、设置于所述后滑块外侧的后侧油缸、设置于所述第一水平冲头外侧的左侧油缸和设置于所述第二水平冲头外侧的右侧油缸。

6. 根据权利要求1所述的管材充液多向挤压成形装置,其特征在于:所述挤压压力控制系统包括PLC控制器、放大器、压力传感器、比例溢流阀,所述压力传感器安装在与所述充液孔连接的充液管道上,另一端通过放大电路与所述PLC控制器连接,所述比例溢流阀安装在充液管道支路上,充液管道支路连接油箱,所述比例溢流阀通过导线连接所述放大器,所述放大器通过导线与所述PCL控制器相连,实现闭环控制。

7. 一种如权利要求1-6任一项所述的管材充液多向挤压成形装置的管材充液多向挤压成形方法,其特征在于,包括以下实施步骤:

步骤一:按设计要求将上模、下模、前滑块、后滑块、上压块和下压块装配于压力机上,上模上行至设定位置,前滑块、后滑块分开设定距离,留出空间用于放置管坯;

步骤二:在运动控制系统中输入压力-时间变化曲线和上模、前滑块、后滑块、第一水平冲头和第二水平冲头的位移-时间曲线,在挤压压力控制系统中输入电流-时间变化曲线;

步骤三:将管坯放置到两个下压块的凹槽中,驱动装置推动上模和上压块下移,直到上压块和下压块相接触,将管材固定;

步骤四:第一水平冲头和第二水平冲头分别在左侧油缸和右侧油缸的推动作用下向前运动,对管坯进行密封;

步骤五:液体介质从第一侧冲头的充液孔流入并充满管坯,液体介质增压到所需要的支撑压力;

步骤六:驱动装置推动上模和上压块按预定速度下压预定的距离,同时前后滑块按预定速度进给预定距离,挤压过程中管坯内部压力由挤压压力控制系统进行控制,管坯在模具的机械压力和管内液体压力的共同作用产生变形,使管坯成形为所需的形状;

步骤七:泄压,上模和前滑块、后滑块复位,上压块和下压块弹起,第一水平冲头和第二水平冲头后撤,得到异形变截面管件。

8. 根据权利要求7所述的管材充液多向挤压成形方法,其特征在于:所述异形截面管件的成形内压小于管材的屈服强度。

9. 根据权利要求7所述的管材充液多向挤压成形方法,其特征在于:步骤六中驱动装置推动上模和上压块、下压块下移时,上模先开始下移,上压块、下压块保持静止,上侧弹簧组被压缩,当上压块与上限位块接触时,上侧弹簧组压缩至极限位置,上压块开始与上模同步下移,此时,下压块和两侧的第一水平冲头、第二水平冲头在上压块的推动下下移,下侧弹簧组被压缩,当下压块与下限位块接触时,合模过程结束,第一水平冲头、第二水平冲头在管坯轴心下移的过程中,实现动态密封。

一种管材充液多向挤压成形装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属管材成形技术领域,特别是涉及一种管材充液多向挤压成形装置及方法。

背景技术

[0002] 由于能源消耗和废气排放的严格限制,以及碰撞安全性提高,使汽车结构轻量化显得日益重要,已经成为世界汽车发展的潮流。对于轿车,每减轻重量10%,油耗可降低8%-10%,排放下降4%。由于汽车采用铝合金、镁合金等轻质材料减重成本大幅提高,汽车减重的主要途径是通过设计合理的受力结构实现减重。

[0003] 空心变截面构件是一种典型的轻量化结构,传统制造技术是“多块成形+焊接”的技术途径,无法制造复杂截面。并且,存在工序多、零件数量多、成本高、整体性和疲劳性能差等缺点。

[0004] 内高压成形正是在这样的背景下发展起来的一种制造轻量化空心整体构件的先进技术。其基本过程是在把管坯放置到模具内,闭合模具,通过端部的冲头实现管端密封和注入液体介质,在管内高压液体介质和两端密封冲头轴向补料的共同作用成形为所需形状的构件。内高压成形的突出特点是把管材圆形截面变形异型截面,可以一次整体成形沿构件轴线截面形状有变化的整体化空心构件,已广泛应用于汽车底盘、车身结构和排气系统,例如副车架、仪表盘支架、前支梁、排气管等。

[0005] 随着新型高强度材料的不断研发和应用,内高压成形采用的管材强度也越来越高,这样通过减少壁厚可保证在不改变结构性能的情况下进一步实现轻量化,因此,获得了快速的发展和应用。但随着材料强度的提高,造成内高压成形过程所需的液体压力也大幅度升高,不但带来合模压力机的合模力大幅度提高,增大了设备的吨位,增加了设备的成本,而且,由于液体压力的增加,造成管坯和模具之间的摩擦力大幅度增加,使得材料流动更加困难,造成壁厚分布不均加剧,甚至出现开裂等缺陷,增加了产品成形的风险。另外,液体压力的升高同时对设备管路的密封要求提高,增加了管材密封的难度,增大了模具的磨损,降低模具寿命,带来成形效果变差的问题。

[0006] 为解决上述问题,项目团队提出了管材充液压制成形新方法,首先在管坯内部充满液体介质,然后闭合上模,使管坯在模具机械压制和管内液体支撑的共同作用下发生变形。此方法区别于内高压成形,它采用“先充液后合模压制”的方式替代“先合模后充液加压”,变形机理发生了本质改变,摩擦的影响也发生了本质改变,管坯和模具之间的摩擦力也由内高压成形的“阻碍材料向圆角区域流动”变为“促进材料向圆角区域流动”,从而显著降低成形的压力,减少设备的吨位,降低生产成本,提高生产效率。因此,管材充液压制逐渐取代管材内高压成形成为高强度空心管件的有效成形方法。

[0007] 但是目前的管材充液压制方法仍然存在以下问题:(1)管坯轴心下移问题,由于产品截面尺寸变化,在合模过程中会造成管坯的轴心下移,而现有的所有装置结构中密封冲头只能沿轴线方向移动,不能上下移动,这就会使管坯发生弯曲变形而导致密封失效。为了

避免密封失效,不得不增加过渡段以保证和冲头接触的密封段不发生下移,造成不必要的材料浪费,增加成本。(2)内凹形状构件难以成形问题,单纯依靠上下模的压制方式无法成形多侧内凹、存在负角的产品管件,同时上下压制方式还极易产生飞边缺陷,大大限制了此成形方法的使用范围;(3)管内液体压力急剧增加的问题,在合模过程中,由于管坯内腔容积变化造成腔内液体压力急剧上升,无法实现按照固定曲线加载,影响壁厚分布,降低成形精度。

[0008] 针对目前管材充液压制方法中存在的诸多问题,本发明提出了一种管材多向充液挤压成形装置和方法,旨在解决目前充液压制过程中在管坯轴心下移造成密封泄露、无法成形多侧内凹形状构件、管内液体压力随压制过程急剧增加,无法实现压力线性变化的问题。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种管材充液多向挤压成形装置及方法,以解决现有技术存在的问题,用于解决传统充液压制在制作异形变截面管件过程中在管坯轴心下移时难以密封、无法成形多侧内凹形状构件、管内液体压力随压制过程急剧增加,无法实现压力线性变化的问题,可在降低成本的同时成形出高强度、高精度、壁厚均匀的多向内凹异形变截面管件。

[0010] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0011] 本发明提供一种管材充液多向挤压成形装置,包括成型模具和控制系统;所述成型模具包括顶板、底板、上模、下模、前滑块、后滑块、冲头、上压块、下压块和用于驱动所述上模、所述前滑块、所述后滑块、所述冲头的驱动装置,所述上模设置于所述顶板的底部,所述下模与所述上模相对设置,所述下模设置于所述底板的顶部,所述上模的内腔形状与异形变截面管件上侧形状对应,用于成形异形变截面管件的上侧,所述下模的内腔形状与异形变截面管件下侧形状对应,用于成形异形变截面管件的下侧;所述前滑块滑动连接于所述底板的顶部并位于所述下模的前端,所述后滑块滑动连接所述底板的顶部并位于所述下模的后端,所述前滑块与所述后滑块相对设置,所述前滑块与所述后滑块的内侧形状与异形变截面管件的侧壁形状对应,用于成形异形变截面管件的前后侧壁;

[0012] 所述上模的两侧分别安装一个所述上压块,每侧的所述上压块均通过弹簧组与所述顶板连接,所述下模的两侧分别安装一个所述下压块,每侧的所述下压块均通过弹簧组与所述底板连接;所述上压块和所述下压块的内腔形状为与管坯直径相同的半圆形;

[0013] 所述冲头包括第一水平冲头和第二水平冲头,所述第一水平冲头内设置有用于向所述管坯内充液的充液孔,所述第一水平冲头设置于所述左侧上压块与所述左侧下压块之间,所述第一水平冲头的一端与所述管坯相对用于封堵所述管坯的一端,所述第一水平冲头的另一端与竖向设置的左滑轨滑动连接;所述第二水平冲头设置于所述右侧上压块与所述右侧下压块之间,所述第二水平冲头的一端与所述管坯相对用于封堵所述管坯的另一端,所述第二水平冲头的另一端与竖向设置的右滑轨滑动连接;

[0014] 所述控制系统包括运动控制系统和挤压压力控制系统,所述运动控制系统用于控制所述上模、所述前滑块、所述后滑块、所述第一水平冲头和所述第二水平冲头的运动,所述挤压压力控制系统用于控制挤压过程中所述管坯的内部压力。

[0015] 优选地,与所述顶板连接的两个弹簧组的弹力小于与所述底板连接的两个弹簧组的弹力,每个所述弹簧组包括呈矩形分布的四个弹簧。

[0016] 优选地,所述上模两侧的所述顶板底部分别设置有一上限位块,所述上限位块与所述上压块相对,所述下模两侧的所述底板顶部分别设置有一下限位块,所述下限位块与所述下压块相对。

[0017] 优选地,所述第一水平冲头和所述第二水平冲头包括用于封堵所述管坯的封堵段和主体段,所述主体段的直径与所述上压块和所述下压块的内腔直径相同。

[0018] 优选地,所述驱动装置包括设置于所述上模顶部的垂直冲头、设置于所述前滑块外侧的前侧油缸、设置于所述后滑块外侧的后侧油缸、设置于所述第一水平冲头外侧的左侧油缸和设置于所述第二水平冲头外侧的右侧油缸。

[0019] 优选地,所述挤压压力控制系统包括PLC控制器、放大器、压力传感器、比例溢流阀,所述压力传感器安装在与所述充液孔连接的充液管道上,另一端通过放大电路与所述PLC控制器连接,所述比例溢流阀安装在充液管道支路上,充液管道支路连接油箱,所述比例溢流阀通过导线连接所述放大器,所述放大器通过导线与所述PCL控制器相连,实现闭环控制。

[0020] 本发明还提供了一种管材充液多向挤压成形方法,包括以下实施步骤:

[0021] 步骤一:按设计要求将上模、下模、前滑块、后滑块、上压块和下压块装配于压力机上,上模上行至设定位置,前滑块、后滑块分开设定距离,留出空间用于放置管坯;

[0022] 步骤二:在运动控制系统中输入压力-时间变化曲线和上模、前滑块、后滑块、第一水平冲头和第二水平冲头的位移-时间曲线,在挤压压力控制系统中输入电流-时间变化曲线;

[0023] 步骤三:将管坯放置到两个下压块的凹槽中,驱动装置推动上模和上压块下移,直到上压块和下压块相接触,将管材固定;

[0024] 步骤四:第一水平冲头和第二水平冲头分别在左侧油缸和右侧油缸的推动作用下向前运动,对管坯进行密封;

[0025] 步骤五:液体介质从第一侧冲头的充液孔流入并充满管坯,液体介质增压到所需要的支撑压力;

[0026] 步骤六:驱动装置推动上模和上压块按预定速度下压预定的距离,同时前后滑块按预定速度进给预定距离,挤压过程中管坯内部压力由挤压压力控制系统进行控制,管坯在模具的机械压力和管内液体压力的共同作用产生变形,使管坯成形为所需的形状;

[0027] 步骤七:泄压,上模和前滑块、后滑块复位,上压块和下压块弹起,第一水平冲头和第二水平冲头后撤,得到异形变截面管件

[0028] 优选地,所述异形截面管件的成形内压小于管材的屈服强度。

[0029] 优选地,步骤六中驱动装置推动上模和上压块、下压块下移时,上模先开始下移,上压块、下压块保持静止,上侧弹簧组被压缩,当上压块与上限位块接触时,上侧弹簧组压缩至极限位置,上压块开始与上模同步下移,此时,下压块和两侧的第一水平冲头、第二水平冲头在上压块的推动下下移,下侧弹簧组被压缩,当下压块与下限位块接触时,合模过程结束,第一水平冲头、第二水平冲头在管坯轴心下移的过程中,实现动态密封。

[0030] 本发明相对于现有技术取得了以下有益技术效果:

[0031] 1、本发明提供的管材充液多向挤压成形装置及方法,采用滑动冲头和上下压块的结构,实现了在管件轴心下移时的有效密封。

[0032] 2、本发明提供的管材充液多向挤压成形装置及方法,采用上模和前后滑块配合挤压的方法,解决了成形多面内凹异形变截面管件的问题,扩大了可成形的形状范围。

[0033] 3、本发明提供的管材充液多向挤压成形装置及方法,在液压通路中加装了挤压压力控制系统,在合模过程中,当管坯内腔容积变化时可实现压力按指定路线加载,可获得壁厚分布更均匀、成形精度更高的成形件。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1为本发明中管材充液多向挤压成形装置的结构示意图,其具体为初始阶段模具与管坯位置关系示意图;

[0036] 图2为图1沿A-A线的剖面图;

[0037] 图3为图1沿B-B线的剖面图;

[0038] 图4为管坯固定阶段模具与管坯位置关系示意图;

[0039] 图5为图4沿A-A线的剖面图;

[0040] 图6为图4沿B-B线的剖面图;

[0041] 图7为密封加压阶段模具与管坯位置关系示意图;

[0042] 图8为合模阶段模具与管坯位置关系示意图;

[0043] 图9为图8沿A-A线的剖面图;

[0044] 图10为图8沿B-B线的剖面图;

[0045] 图11为挤压压力控制系统原理图;

[0046] 图12为实施例中成形WL590高强钢异形变截面管件时模具位移与时间加载曲线示意图;

[0047] 图13为实施例中成形WL590高强钢异形变截面管件时挤压压力控制系统输入的电流与时间加载曲线示意图;

[0048] 图14为实施例中成形WL590高强钢异形变截面管件时内压与时间加载曲线对比;

[0049] 图15为本发明通过充液多向挤压成形得到的WL590高强钢异形变截面管件示意图;

[0050] 图16为图15沿A-A线的剖面图;

[0051] 图17为图15沿B-B线的剖面图;

[0052] 图中:1-顶板,2-右侧上限位块,3-右侧上弹簧组,4-右侧上压块,5-管坯,6-第二水平冲头,7-右滑轨,8-右侧油缸,9-右侧下压块,10-右侧下弹簧组,11-右侧下限位块,12-底板,13-下模,14-左侧下限位块,15-左侧下弹簧组,16-左侧下压块,17-左滑轨,18-左侧油缸,19-充液孔,20-第一水平冲头,21-左侧上压块,22-左侧上弹簧组,23-左侧上限位块,24-上模,25-垂直冲头,26-前滑块,27-前侧油缸,28-后滑块,29-后侧油缸,30-挤压压力控

制系统,31-比例溢流阀,32-放大器,33-PLC控制器,34-压力传感器,35-增压源,36-运动控制系统,37-液体介质储存箱。

具体实施方式

[0053] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0054] 本发明的目的是提供一种管材充液多向挤压成形装置及方法,以解决现有技术存在的问题。

[0055] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0056] 本实施例提供一种管材充液多向挤压成形装置,如图1-10所示,包括成型模具和控制系统;成型模具包括顶板1、底板12、上模24、下模13、前滑块26、后滑块28、冲头、上压块、下压块和用于驱动上模24、前滑块26、后滑块28、冲头的驱动装置,上模24设置于顶板1的底部,下模13与上模24相对设置,下模13设置于底板12的顶部,上模24的内腔形状与异形变截面管件上侧形状对应,用于成形异形变截面管件的上侧,下模13的内腔形状与异形变截面管件下侧形状对应,用于成形异形变截面管件的下侧;前滑块26滑动连接于底板12的顶部并位于下模13的前端,后滑块28滑动连接底板12的顶部并位于下模13的后端,前滑块26与后滑块28相对设置,前滑块26与后滑块28的内侧形状与异形变截面管件的侧壁形状对应,用于成形异形变截面管件的前后侧壁。

[0057] 本实施例中,上模24的两侧分别安装一个上压块,两个上压块分别为左侧上压块21和右侧上压块4,左侧上压块21通过左侧上弹簧组22与顶板1连接,右侧上压块4通过右侧上弹簧组3与顶板1连接,下模13的两侧分别安装一个下压块,两个下压块分别为左侧下压块16和右侧下压块9,左侧下压块16通过左侧下弹簧组15与底板12连接,右侧下压块9通过右侧下弹簧组10与底板12连接;左侧上压块21与左侧下压块16相对,右侧上压块4与右侧下压块9相对,且各个压块的内腔形状均为与管坯5直径相同的半圆形。

[0058] 本实施例中,左侧上弹簧组22和右侧上弹簧组3的弹力远小于左侧下弹簧组15和右侧下弹簧组10的弹力,以保证位于上侧的两个弹簧组在压缩至极限位置时,下侧的两个弹簧组才开始压缩。具体地,左侧上弹簧组22、右侧上弹簧组3、左侧下弹簧组15和右侧下弹簧组10均由呈矩形分布的四个弹簧构成。

[0059] 本实施例中,在上模24两侧的顶板1底部分别设置有一左侧上限位块23和右侧上限位块2,左侧上限位块23与左侧上压块21相对,右侧上限位块2与右侧上压块4相对;在下模13两侧的底板12的顶部分别设置有一左侧下限位块14和右侧下限位块11,左侧下限位块14与左侧下压块16相对,右侧下限位块11与右侧下压块9相对。

[0060] 本实施例中,冲头包括第一水平冲头20和第二水平冲头6,第一水平冲头20内设置有用向管坯5内充液的充液孔19,第一水平冲头20设置于左侧上压块21与左侧下压块16之间,第一水平冲头20的一端与管坯5相对用于封堵管坯5的一端,第一水平冲头20的另一端与竖向设置的左滑轨17滑动连接;第二水平冲头6设置于右侧上压块4与右侧下压块9之

间,第二水平冲头6的一端与管坯5相对用于封堵管坯5的另一端,第二水平冲头6的另一端与竖向设置的右滑轨7滑动连接;滑轨的设置可以实现冲头随着管坯轴心下移而下移。

[0061] 本具体实施例中,第一水平冲头20和第二水平冲头6包括用于封堵管坯5的封堵段和主体段,主体段的直径与上压块和下压块的内腔直径相同,使上下压块能够稳固固定冲头。

[0062] 本具体实施例中,驱动装置包括设置于上模24顶部的垂直冲头25、设置于前滑块26外侧的前侧油缸27、设置于后滑块28外侧的后侧油缸29、设置于第一水平冲头20外侧的左侧油缸18和设置于第二水平冲头6外侧的右侧油缸8。

[0063] 本实施例中,控制系统包括运动控制系统36和挤压压力控制系统30,运动控制系统36用于控制上模24、前滑块26、后滑块28、第一水平冲头20和第二水平冲头6的运动,挤压压力控制系统30用于控制挤压过程中管坯5的内部压力;具体地,挤压压力控制系统30包括PLC控制器33、放大器32、压力传感器34、比例溢流阀31,压力传感器34安装在与充液孔19连接的充液管道上,另一端通过放大电路与PLC控制器33连接,比例溢流阀31安装在充液管道支路上,充液管道支路连接油箱,比例溢流阀31通过导线连接放大器32,放大器32通过导线与PLC控制器33相连,实现闭环控制。

[0064] 本实施例还提供了一种基于上述管材充液多向挤压成形装置的管材充液多向挤压成形方法,结合说明附图1-17,其具体包括以下实施步骤:

[0065] 步骤一:按设计要求将上模24、下模13、前滑块26、后滑块28、右侧上压块4、左侧上压块21、右侧下压块9和左侧下压块16装配于压力机上,前滑块26与前侧油缸27装配连接,后滑块28与后侧油缸29装配连接,上模24上行至设定位置,前滑块26和后滑块28分开设定距离,留出空间用于放置管坯5。

[0066] 步骤二:在控制系统中输入压力-时间变化曲线和上模24、前滑块26、后滑块28、第一水平冲头20和第二水平冲头6的位移-时间曲线,在挤压压力控制系统中输入电流-时间变化曲线。

[0067] 步骤三:将管坯5放置到左侧下压块16和右侧下压块9凹槽中,垂直冲头25推动上模24和右侧上压块4、左侧上压块21下移,直到右侧上压块4、左侧上压块21与右侧下压块9、左侧下压块16相接触,将管坯5固定。

[0068] 步骤四:第一水平冲头20和第二水平冲头6在分别在左侧油缸18和右侧油缸8的推动下相向运动,管坯5与第一水平冲头20和第二水平冲头6形成封闭腔体。

[0069] 步骤五:第一水平冲头20上充液孔19与充液管道和增压源35相连接,液体介质由充液管道通过充液孔19注入封闭腔体并充满管坯5。液体介质压力按照挤压压力控制系统30设置的加载曲线变化。

[0070] 步骤六:垂直冲头25推动上模24按预定速度 V_1 下行预定距离 D_1 ,同时前滑块26按预定速度 V_2 向右运动预定距离 D_2 ,后滑块28按预定速度 V_3 向左运动预定距离 D_3 ,挤压过程中管坯内部压力由挤压压力控制系统30进行控制,管坯5在模具的机械压力和管内液体压力的共同作用产生变形,使管坯5成形为所需的形状。

[0071] 步骤七:泄去管坯5内部液体介质压力,上模24、下模13、前滑块26、后滑块28、右侧上压块4、左侧上压块21和右侧下压块9、左侧下压块16复位,第一水平冲头20和第二水平冲头6后撤,得到异形变截面管件5,成形过程结束。

[0072] 具体地,步骤一所述异形变截面管件截面形状可为V形、梯形、圆形、矩形工字形等,或者为上述不同截面形状的组合,截面周长等于或小于原始管坯周长。

[0073] 具体地,步骤五中所述的异形截面管件的成形内压小于管材的屈服强度,即步骤五中管坯不发生胀形。

[0074] 具体地,步骤六中驱动装置推动上模24、右侧上压块4、左侧上压块21和右侧下压块9、左侧下压块16下移时,上模24先开始下移,右侧上压块4、左侧上压块21和右侧下压块9、左侧下压块16保持静止,右侧上弹簧组3、左侧上弹簧组22被压缩,当右侧上压块4、左侧上压块21与右侧上限位块2、左侧上限为块23接触时,右侧上弹簧组3、左侧上弹簧组22压缩至极限位置,右侧上压块4、左侧上压块21开始与上模24同步下移,此时,右侧下压块9、左侧下压块16和第一水平冲头20、第二水平冲头6在右侧上压块4和左侧上压块21的推动下下移,右侧下弹簧组10、左侧下弹簧组15被压缩,当右侧下压块9、左侧下压块16与右侧下限位块11、左侧下限位块14接触时,合模过程结束,冲头在管坯5轴心下移的过程中,实现动态密封。

[0075] 具体地,步骤六中在上模24、前滑块26、后滑块28、第一水平冲头20和第二水平冲头6的运动均由运动控制系统36进行控制,挤压过程中管坯5内部压力由挤压压力控制系统30进行控制。

[0076] 本实施例中,挤压压力控制系统30可精确控制挤压过程中压力变化,实现设定的加载路径。其具体工作过程为:在PLC控制器33中输入电信号-时间参数曲线 $U(t)$,压力传感器34检测管腔压力,转换为反馈电信号 U_f 传达到PLC控制器33,PLC控制器33计算输入电信号和反馈电信号的差值 $U_e = U(t) - U_f$,将 U_e 电信号经过放大器32放大输入比例溢流阀31,控制比例溢流阀31通道大小,压力高于设定值时比例电磁阀31通道增大,使液体介质通过充液管道支路流回液体介质储存箱37,达到控制压力变化的目的。

[0077] 以WL590高强钢管作为管坯5进行加工为例,WL590高强钢管外径为120mm,壁厚为2mm,长度为600mm。三向挤压成形获得截面长度366mm、最小圆角半径8mm(压缩率3%)的异形变截面管件,其具体形状如图15-17所示。

[0078] 结合图1-图11说明本发明的实施过程:

[0079] 步骤一:按设计要求将上模24、下模13、前滑块26、后滑块28、右侧上压块4、左侧上压块21和右侧下压块9、左侧下压块16装配于压力机上,前滑块26与前侧油缸27装配连接,后滑块28与后侧油缸29装配连接,上模24上行至设定位置,前滑块26和后滑块28分开设定距离,留出空间用于放置管坯5。

[0080] 步骤二:在控制系统中输入压力-时间变化曲线和上模24、前滑块26、后滑块28、第一水平冲头20和第二水平冲头6的位移-时间曲线,在挤压压力控制系统中输入电流-时间变化曲线。如果只在压力控制系统中输入压力-时间变化曲线1,由于挤压过程中液体体积的变化,实际内压曲线会如内压曲线3所示,过高的压力会造成摩擦力增大,影响壁厚分布和成形精度。所以需要在挤压压力控制系统30中输入电流-时间变化曲线,通过两个控制系统共同作用,使内压按照内压曲线2变化。

[0081] 步骤三:将WL590高强钢管坯5放置到下压块凹槽中,垂直冲头25推动上模24和右侧上压块4、左侧上压块21下移,直到右侧上压块4、左侧上压块21与右侧下压块9、左侧下压块16相接触,将管坯5固定。

[0082] 步骤四:第一水平冲头20和第二水平冲头6在水平油缸的作用下相向运动,管坯5与第一水平冲头20和第二水平冲头6形成封闭腔体。

[0083] 步骤五:第一水平冲头20上充液孔19与充液管道和增压源35相连接,液体介质由充液管道通过充液孔19注入封闭腔体并充满管坯5。液体介质压力按照挤压压力控制系统30设置的加载曲线变化。

[0084] 步骤六:垂直冲头25推动上模24按预定速度2mm/s下行预定距离120mm,同时前滑块26按预定速度2mm/s向右运动预定距离120mm,后滑块28按预定速度2mm/s向右运动预定距离120mm,挤压过程中管坯内部压力由挤压压力控制系统30进行控制,管坯在模具的机械压力和管内液体压力的共同作用产生变形,使管坯5成形为所需的形状;

[0085] 步骤七:泄去管坯5内部液体介质压力,上模24、下模13、前滑块26、后滑块28、右侧上压块4、左侧上压块21和右侧下压块9、左侧下压块16复位,第一水平冲头20和第二水平冲头6后撤,得到WL590高强钢异形变截面管件(如图15-17所示),成形过程结束。

[0086] 本实施例中的方法可解决制作异形变截面管件过程中管坯轴心下降难以密封、无法成形多侧内凹管件、无法实现挤压过程中压力线性变化的问题。可以实现对挤压过程中内压的精确控制,在降低成本的同时成形出高强度、高精度、壁厚均匀的三向内凹异形变截面管件。

[0087] 本发明应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

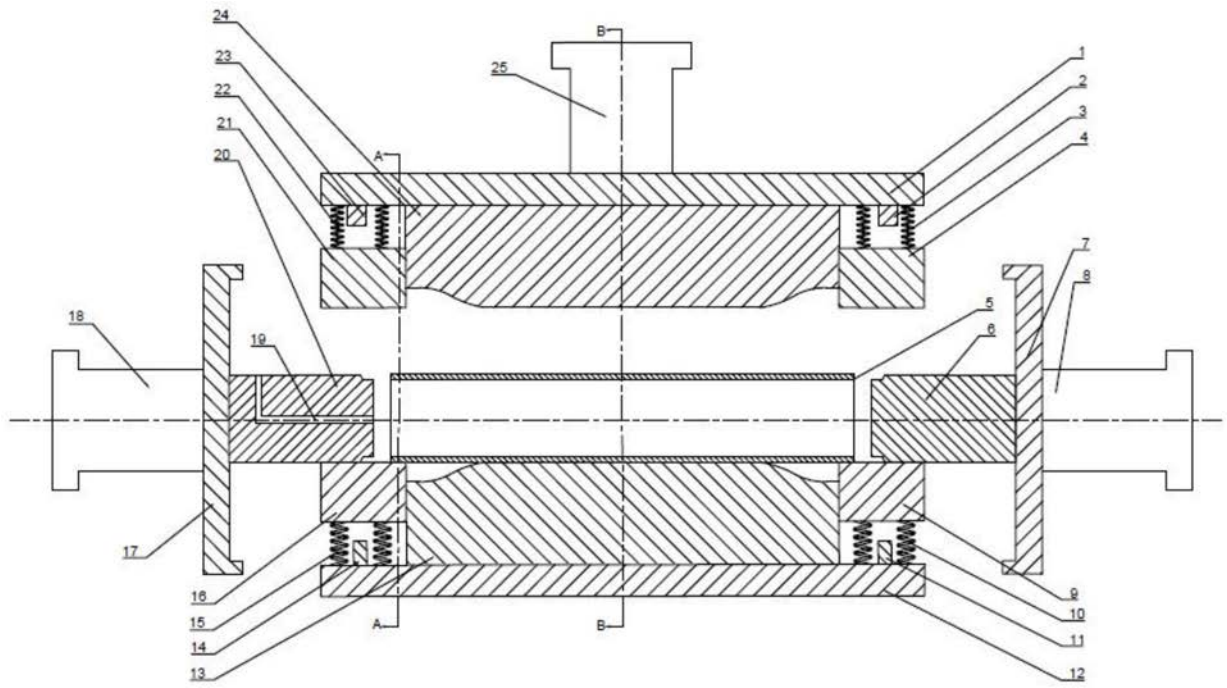


图1

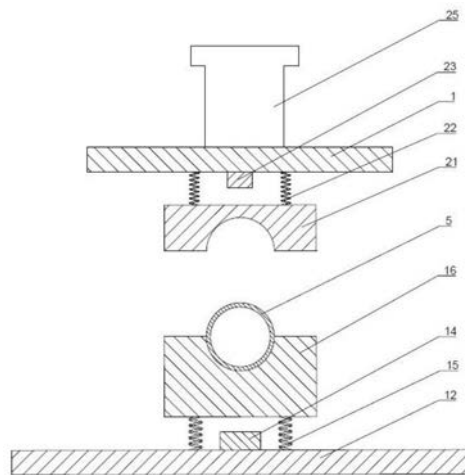


图2

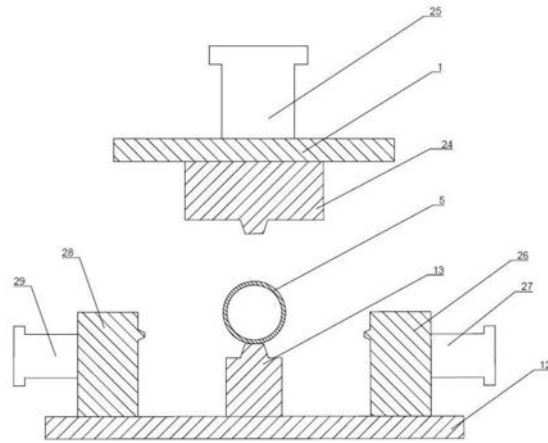


图3

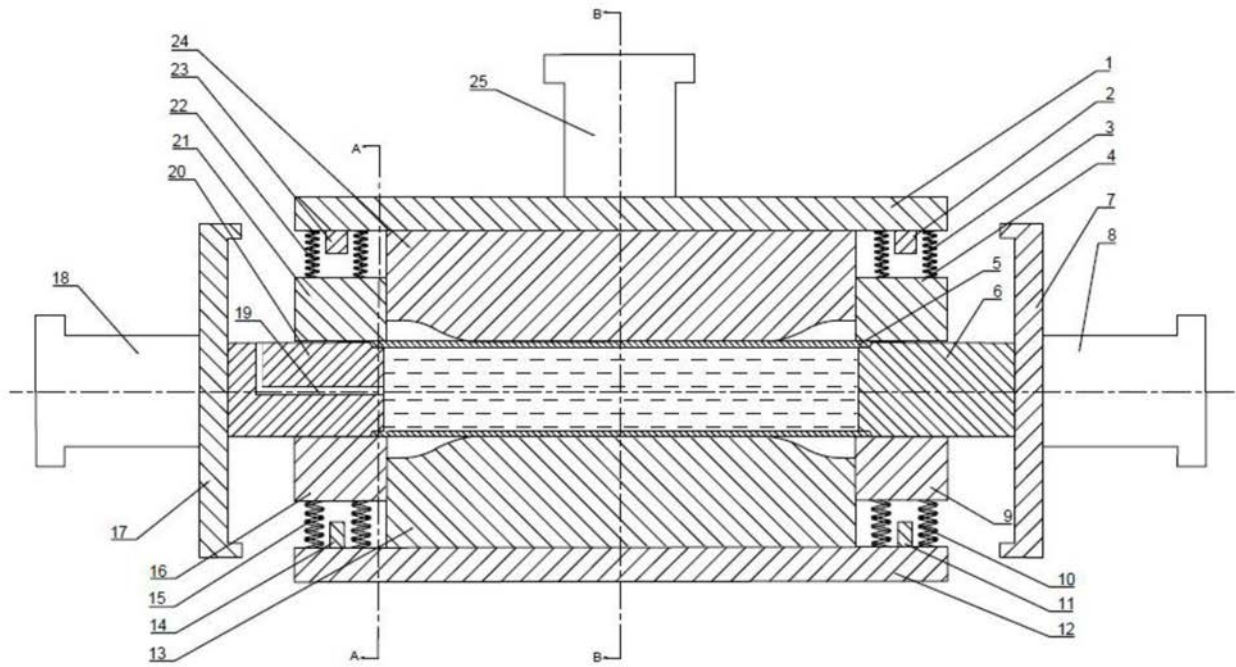


图4

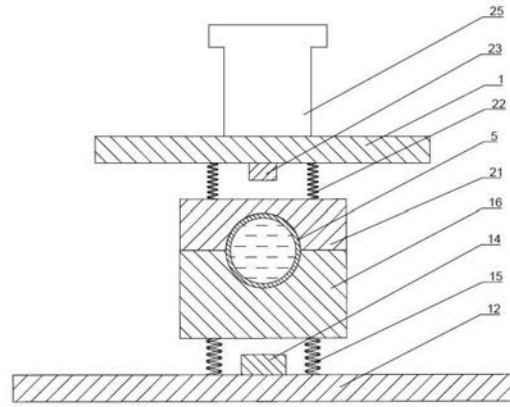


图5

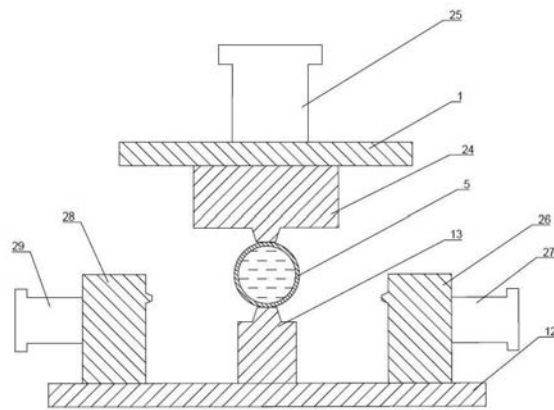


图6

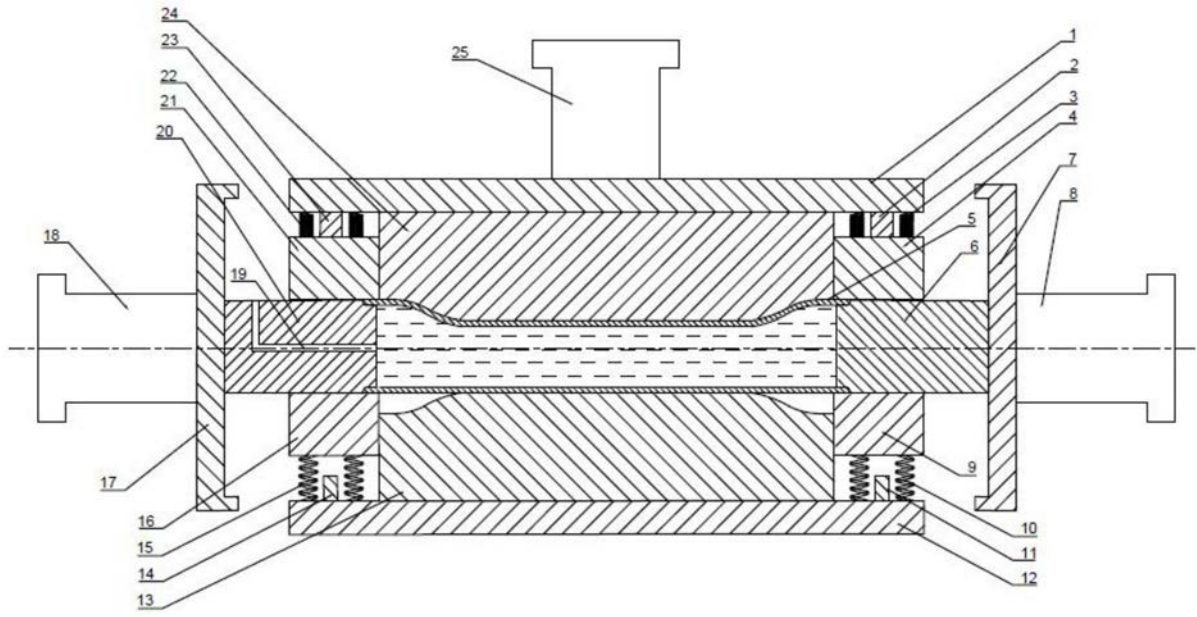


图7

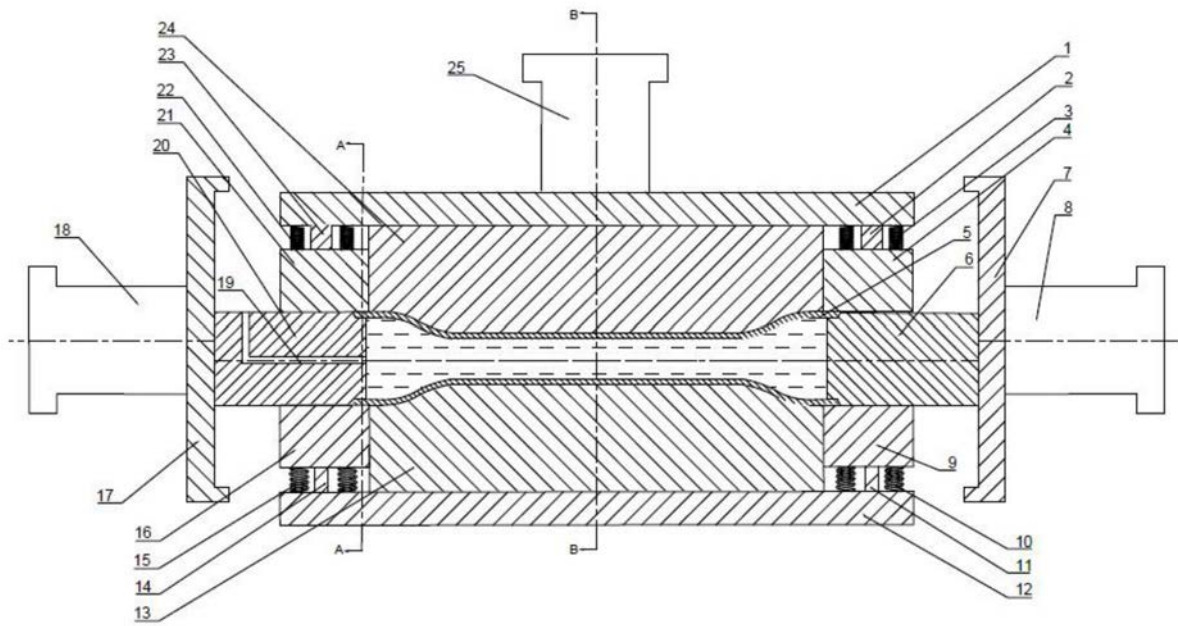


图8

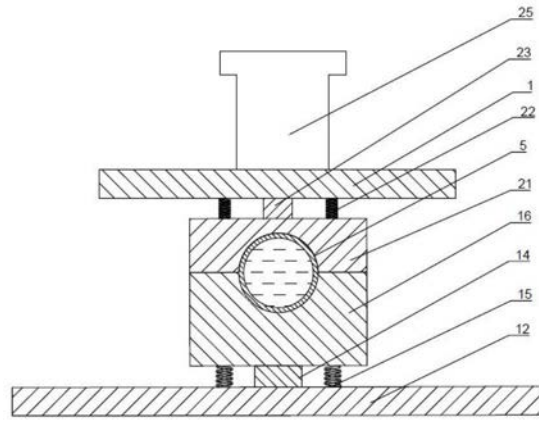


图9

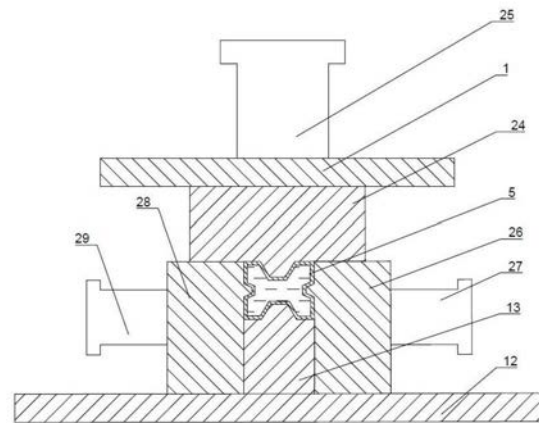


图10

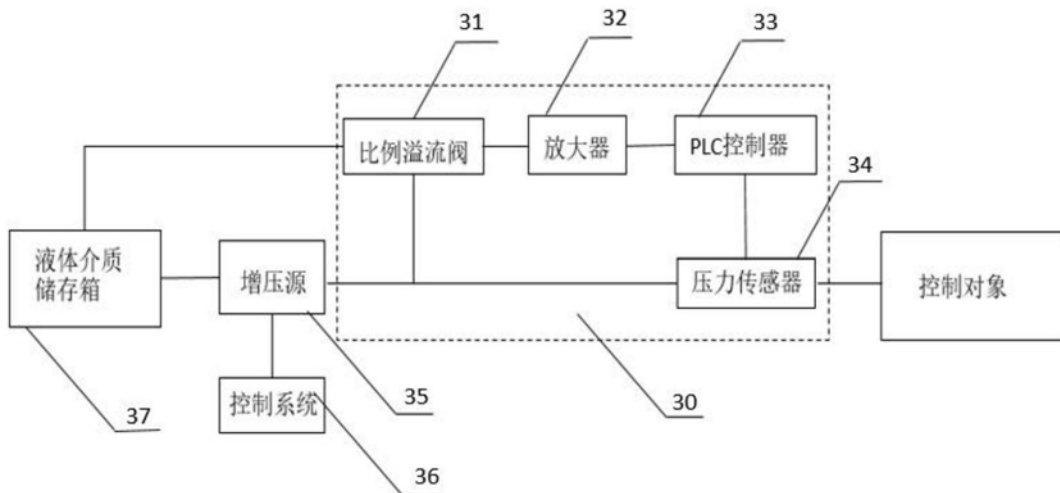


图11

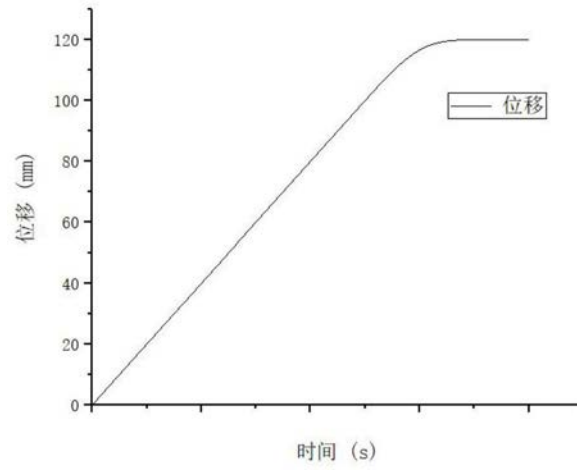


图12

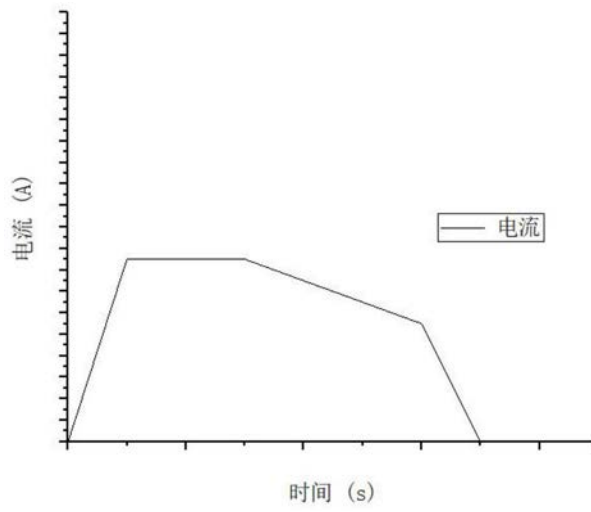


图13

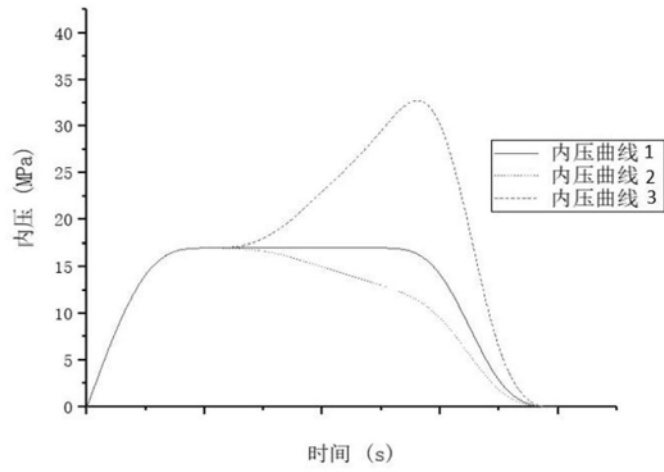


图14

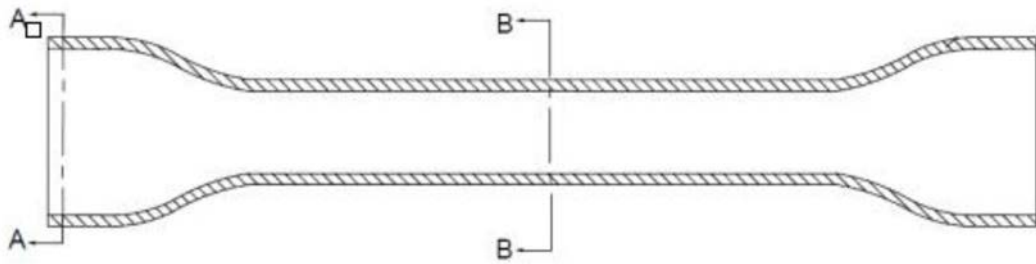


图15

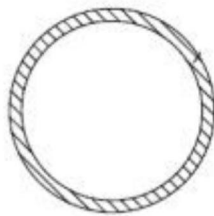


图16

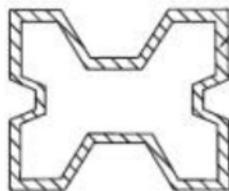


图17