



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110834047 B

(45) 授权公告日 2020.12.29

(21) 申请号 201911148793.0

B21D 26/041 (2011.01)

(22) 申请日 2019.11.21

B21C 51/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110834047 A

(43) 申请公布日 2020.02.25

(73) 专利权人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工
路2号

(72) 发明人 何祝斌 李亚楠 林艳丽 胡馨予

冷林威 苑世剑

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

代理人 张天一

(51) Int.Cl.

B21D 26/033 (2011.01)

B21D 26/047 (2011.01)

(56) 对比文件

刘泽宇等. 内压对薄壁管充液压弯时的影响.《塑性工程学报》.2009,(第04期),

审查员 刘军

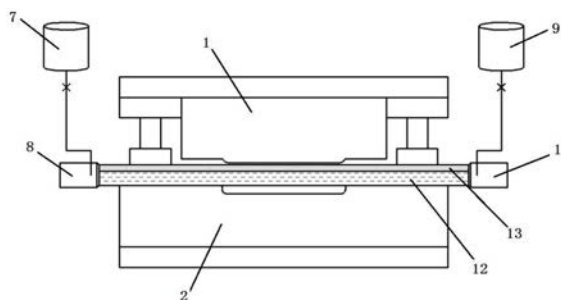
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法

(57) 摘要

本发明公开了一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,在薄壁管坯内部按一定体积比例充入气体和液体,气液混合流体的压力主要由气体的压力决定,在薄壁管坯发生形状变化时伴随管坯内腔体积的变化,因为气体的压缩比大,所以在薄壁管坯变形过程中气体以及液体的压力基本不会随着管坯内腔体积的变化而变化,在整个成形过程中薄壁管坯内腔受到的支撑压力很稳定。此外,在成形过程中即使出现液体或气体的轻微泄露,管坯内部的介质压力也不会产生大的波动,进而还降低了对管坯成形过程中密封效果的要求,提高了成形过程的稳定性、成功率。



1. 一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - 步骤一、确定内压;对待成形零件进行特征分析,确定成形时需要的支撑内压数值;
 - 步骤二、计算体积;计算得到原始管坯的内腔体积及其在整个成形过程中的变化;
 - 步骤三、确定气液体积比;根据管坯内腔体积的变化特征,确定向管坯内部充入气体介质和液体介质的顺序和体积比例;
 - 步骤四、放置管坯;将待成形大尺寸薄壁管坯放置到模具上,闭合模具到一定位置;
 - 步骤五、端部密封;对管坯端部进行密封;
 - 步骤六、充入液体;向管坯内部充入一定体积的液体;
 - 步骤七、充入气体;向管坯内部充入气体并使管坯内压力达到设定值;
 - 步骤八、合模成形;继续闭合模具使管坯发生变形,实时监测管坯内部的压力;
 - 步骤九、调整压力;当管坯内部压力超过或低于设定值时,通过充放气体或液体进行压力调整;
 - 步骤十、卸除压力;成形结束后,保持模具闭合,快速释放气体使管坯内压力卸除;
 - 步骤十一、开模取件;打开模具,取出成形后管件。

一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及管件成形技术领域,特别是涉及一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法。

背景技术

[0002] 在航空航天、汽车、高铁等领域,实现构件轻量化是提高燃油效率、节约能耗的一个重要途径。构件轻量化主要是通过结构轻量化和材料轻量化两个方面来实现。结构轻量化,一般是指采用经过优化设计的具有复杂异形截面和弯曲轴线的整体构件。而材料轻量化,主要是指采用比强度高的铝合金、镁合金、钛合金、高强钢等材料。目前,已经出现了很多采用轻量化材料制造的复杂整体构件,同时从结构和材料两个方面实现构件的轻量化。

[0003] 对于具有封闭截面的复杂整体管状构件,无法采用传统刚性模具从管坯内部施加成形力使管坯发生变形。而采用流动性好的高压流体介质从管坯内部进行加压胀形,是非常理想的一类成形技术。此类技术通常统称为内压成形或内高压成形。根据所采用的流体介质的不同,可将内高压成形分为常温液压成形和热态气压成形。常温液压成形主要用于室温下变形性能较好的材料如低碳钢、高强钢等,成形所用液体压力可达400MPa甚至更高。目前,液压成形已用于汽车等行业复杂异形管件的大批量生产。热态气压成形主要用于铝合金、镁合金和钛合金等室温下塑性差的材料,需要将管坯先加热到合适的温度后再成形。热态气压成形的速度不同,所需要的气体压力有明显差异。当成形速度较慢如传统的超塑性成形,气体压力一般低于3MPa;当成形速度较快如需要在30s或更短时间内完成零件成形时,气体压力可达到35MPa甚至更高。

[0004] 不论是采用液体的常温液压成形,还是采用气体的热态气压成形,材料在高压作用下都主要发生环向的伸长变形。所成形零件的截面形状越复杂、截面变化越大,则所需要的成形介质压力越大,所需要的模具工装也越复杂。特别是当零件上存在局部小特征时,更需要在成形后期通过提高介质压力实现局部胀形。为了降低零件的成形难度,在实际应用中还存在一大类零件,其截面形状比较复杂,但是各截面的周长变化不大。此时,管坯的环向就无需发生较大的伸长变形,因此也就无需采用高压的液体或气体进行胀形。

[0005] 针对上述的截面形状复杂但是各截面周长变化不大的构件,出现了所谓的“充压制”的方法。此类方法的主要思路是:在薄壁管坯内部充入一定压力的介质,以提高薄壁管坯的结构稳定性,然后利用刚性模具从外侧对薄壁管坯进行主动挤压、压制,使整个管坯发生以截面形状变化为主的变形,最终获得所需要的零件。专利1(一种变截面异形管件充液压制成形方法,ZL201610147348.2)提出了在管坯内部充入一定压力的液体进行压制的方法,所采用的原始管坯是简单的圆截面管坯或者经过简单胀形的管坯,专利2(一种大截面差异形截面管件胀压复合成形方法,ZL201610825458.X)提出了在一个成形工序中同时完成原始管坯的胀形和压制的方法。在此类“充压制”成形过程中,所充入的介质的压力对最终零件的成形起到决定作用。换言之,最终零件是否能顺利成形主要取决于管坯内部所充入的压力介质的压力大小。如果压力太小或太大,会出现起皱、咬边等缺陷。在实践中,

当采用液体介质时,因为液体几乎不可压缩,如果管坯内的液体介质出现轻微泄漏则会出现液体压力陡降,如果管坯内腔体积在压制过程中变小则会出现液体压力陡增。对于大尺寸的薄壁管件,因异形薄壁管端密封困难,管坯内的液体体积和压力更难实现精确控制。当采用气体介质时,管坯内的气体压力不会因轻微泄漏或管坯内腔体积略有变化而出现大的波动,管坯内气体压力稳定性好。但是,当管坯内腔体积较大、所需气体压力较高时,高压气体的充入和释放都需要很长时间。因此,采用“充气压制”成形大尺寸薄壁管件时,生产效率低。另外,大流量高压气体的制备和控制都需要专用的装备和较高的成本。

[0006] 为解决现有的大尺寸薄壁管件“充压压制”时,因管坯内部液体泄漏而导致压力快速下降或者因液体被压缩而导致压力快速上升、因气体压缩比很大而需要长时间进行充气增压导致效率低成本高等问题,需要一种新的制造大尺寸薄壁管件的流体压力成形方法。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,以解决上述现有技术存在的问题,实现在薄壁管件成形过程中保持压力稳定,当需要稳定压力时,无需中间调节;即使出现部分压力介质泄露,也不会产生压力波动。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0009] 本发明提供一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,包括以下步骤:

[0010] 步骤一、确定内压;对待成形零件进行特征分析,确定成形时需要的支撑内压数值;

[0011] 步骤二、计算体积;计算得到原始管坯的内腔体积及其在整个成形过程中的变化;

[0012] 步骤三、确定气液体积比;根据管坯内腔体积的变化特征,确定向管坯内部充入气体介质和液体介质的顺序和体积比例;

[0013] 步骤四、放置管坯;将待成形大尺寸薄壁管坯放置到模具上,闭合模具到一定位置;

[0014] 步骤五、端部密封;对管坯端部进行密封;

[0015] 步骤六、充入液体;向管坯内部充入一定体积的液体;

[0016] 步骤七、充入气体;向管坯内部充入气体并使管坯内压力达到设定值;

[0017] 步骤八、合模成形;继续闭合模具使管坯发生变形,实时监测管坯内部的压力;

[0018] 步骤九、调整压力;当管坯内部压力超过或低于设定值时,通过充放气体或液体进行压力调整;

[0019] 步骤十、卸除压力;成形结束后,保持模具闭合,快速释放气体使管坯内压力卸除;

[0020] 步骤十一、开模取件;打开模具,取出成形后管件。

[0021] 本发明还提供了一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形装置,包括模具、充液装置和充气装置,所述充液装置和所述充气装置用于分别向管坯充入液体和气体。

[0022] 优选地,所述模具包括上凸模、下凹模、左压块和右压块,所述上凸模设置于所述下凹模的顶部,所述上凸模的顶部设置有上垫板,所述下凹模的底部设置有下垫板,所述左压块和所述右压块分别设置于所述上凸模的两侧。

[0023] 优选地,所述充液装置包括液体储存罐和第一冲头,所述液体储存罐通过管路连接所述第一冲头,所述第一冲头连接管坯的一端,所述液体储存罐内的液体由所述第一冲

头充入管坯内。

[0024] 优选地,所述充气装置包括气体储存罐和第二冲头,所述气体储存罐通过管路连接所述第二冲头,所述第二冲头连接管坯的另一端,所述气体储存罐内的气体由所述第二冲头充入管坯内。

[0025] 本发明相对于现有技术取得了以下有益技术效果:

[0026] 本发明提供的大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,在薄壁管坯内部按一定体积比例充入气体和液体,气液混合流体的压力主要由气体的压力决定。在薄壁管坯发生形状变化时伴随管坯内腔体积的变化。因为气体的压缩比大,所以在薄壁管坯变形过程中气体以及液体的压力基本不会随着管坯内腔体积的变化而变化,在整个成形过程中薄壁管坯内腔受到的支撑压力很稳定。这就避免了传统的只采用液体介质进行“充液压制”时因内部支撑压力急剧增加或降低而导致薄壁管坯起皱、咬边等成形缺陷。同时,也避免了传统“充液压制”过程中为了保持较稳定的管坯内部支撑压力而需要实时对液体体积和压力进行调控的困难。此外,在成形过程中即使出现液体或气体的轻微泄露,管坯内部的介质压力也不会产生大的波动,因此降低了对管坯成形过程中密封效果的要求,提高了成形过程的稳定性、成功率。

附图说明

[0027] 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。

[0028] 图1为本发明中大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法步骤四的结构示意图;

[0029] 图2为本发明中大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法步骤五的结构示意图;

[0030] 图3为本发明中大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法步骤六的结构示意图;

[0031] 图4为本发明中大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法步骤七的结构示意图;

[0032] 图5为本发明中大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法步骤八的结构示意图;

[0033] 图中:1-上凸模、2-下凹模、3-左压块、4-右压块、5-上垫板、6-下垫板、7-液体储存罐、8-第一冲头、9-气体储存罐、10-第二冲头、11-管坯、12-液体、13-气体。

具体实施方式

[0034] 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的一部分实施例,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。

[0035] 本发明的目的是提供一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,以解决现有技术存在的问题。

[0036] 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。

[0037] 实施例一:

[0038] 本实施例提供一种大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,包括以下步骤:

[0039] 步骤一、确定内压;对待成形零件进行特征分析,确定成形时需要的支撑内压数值;

[0040] 步骤二、计算体积;计算得到原始管坯11的内腔体积及其在整个成形过程中的变化;

[0041] 步骤三、确定气液体积比;根据管坯11内腔体积的变化特征,确定向管坯11内部充入气体介质和液体介质的顺序和体积比例;

[0042] 步骤四、放置管坯11;如图1所示,将待成形大尺寸薄壁管坯11放置到模具上,闭合模具到一定位置;

[0043] 步骤五、端部密封;如图2所示,对管坯11端部进行密封;

[0044] 步骤六、充入液体;如图3所示,向管坯11内部充入一定体积的液体12;

[0045] 步骤七、充入气体;如图4所示,向管坯11内部充入气体13并使管坯11内压力达到设定值;

[0046] 步骤八、合模成形;如图5所示,继续闭合模具使管坯11发生变形,实时监测管坯11内部的压力;

[0047] 步骤九、调整压力;当管坯11内部压力超过或低于设定值时,通过充放气体或液体进行压力调整;

[0048] 步骤十、卸除压力;成形结束后,保持模具闭合,快速释放气体使管坯11内压力卸除;

[0049] 步骤十一、开模取件;打开模具,取出成形后管件。

[0050] 如图4所示,本实施例中的大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法中涉及到的装置具体包括,模具、充液装置和充气装置,充液装置和充气装置用于分别向管坯11充入液体和气体;模具包括上凸模1、下凹模2、左压块3和右压块4,上凸模1设置于下凹模2的顶部,上凸模1的顶部设置有上垫板5,下凹模2的底部设置有下垫板6,左压块3和右压块4分别设置于上凸模1的两侧;充液装置包括液体储存罐7和第一冲头8,液体储存罐7通过管路连接第一冲头8,液体储存罐7内的液体由第一冲头8充入管坯11内;充气装置包括气体储存罐9和第二冲头10,气体储存罐9通过管路连接第二冲头10,气体储存罐9内的气体由第二冲头10充入管坯11内;本实施例中的第一冲头8和第二冲头10分别与管坯11的两端连接,既能够实现充液或充气还能够对管坯11两端进行密封。

[0051] 实施例二:

[0052] 本实施例提供的大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,在步骤二中,只计算原始管坯的内腔体积以及最终零件的内腔体积,不计算整个成形过程中的体积变化。其他步骤,与实施例一相同。

[0053] 本实施方式的有益效果是:大尺寸管坯,无需计算整个过程的体积变化,无需实时

调整压力;对于大尺寸薄壁管件,其原始管坯内腔的体积达到100升或更大,在压制成形过程中管坯内腔体积所发生的变化量只有原始管坯内腔体积的10~20%。由于气体的压缩比大,因此管坯内腔气体的压力的相对变化只有10~25%。气体压力的这种变化幅度,不会对成形过程产生不利影响,因此无需根据整个成形过程中管坯内腔体积的变化对支撑压力进行实时调控。

[0054] 实施例三:

[0055] 本实施例提供的大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,在步骤六中,向管坯内部充入的液体体积约为50~100升。其他步骤,与实施例一相同。

[0056] 本实施方式的有益效果是:大尺寸管坯,利用液体占用空间,利用气体提供压力,效率高、成本低;向大尺寸薄壁管坯内腔预先充入大体积的液体,然后再向管坯内腔中剩余的空间充入气体,即采用液体先占用大部分空间、再利用气体提供支撑压力,解决了只采用气体进行内部支撑的“充气压制”因管坯内腔体积大、气体压力高所导致的充气和放气时间长、生产效率低的问题。同时,也可避免制备和控制大流量的高压气体,节约了设备投入和使用成本。

[0057] 实施例四:

[0058] 本实施例提供的大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,在步骤六中,向管坯内充入的液体为水或乳化液,液体体积为原始管坯内腔体积的50~75%。其他步骤,与实施例一相同。

[0059] 本实施方式的有益效果是:气体体积大,支撑内压稳定;因为充入管坯内腔的气体所占的体积较大,在闭合模具使管坯发生变形的过程中,管坯内腔的支撑内压基本保持不变。当零件成形过程中不需要采用变化的支撑内压时,采用该方案就解决了传统的只采用液体进行支撑时容易因液体泄漏或压缩导致压力突然降低或突然升高的难题。同时,还可以以较快的速度在3-5秒时间内进行合模成形,提高了效率。

[0060] 实施例五:

[0061] 本实施例提供的大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,在步骤六中,向管坯内充入的液体为水或乳化液,液体体积为原始管坯内腔体积的80~90%。其他步骤,与实施例一相同。

[0062] 本实施方式的有益效果是:气体体积小,可快速调整压力;因为充入管坯内腔的液体所占的体积较大,气体所占的体积较小,当直接充入或者放出少量气体时即可较大幅度调整管坯内腔的支撑压力,而且压力的调整平稳、精确。这就解决了传统的只采用液体进行支撑时难以通过充入或放出液体来实现压力精确调控的问题。

[0063] 实施例六:

[0064] 本实施例提供的大尺寸薄壁管件气液混合流体内压成形方法,在步骤九中,从薄壁管坯内腔的底部排出或充入液体,或从上部排出或充入气体,通过改变液体体积或者直接改变气体压力来调节内腔压力。其他步骤,与实施例一相同。

[0065] 本实施方式的有益效果是:成形全过程中内压可精确、实时调整,满足复杂零件成形的要求;在薄壁管坯的内腔按照一定体积比例同时填充有气体和液体,由于气体具有大的压缩比,不论是通过改变液体的体积从而改变气体的体积和压力,还是直接改变气体压力,都可以对内腔的压力进行非常平稳的调整,解决了只采用液体进行内部支撑时因液体

几乎不可压缩而难以通过改变液体体积进行压力精确调控的难题。同时,在整个成形过程中管坯内腔的支撑压力既可以快速调节,也可以慢速调节,支撑压力可以按特定曲线逐渐变化,这就为成形复杂的薄壁管件提供了可能。

[0066] 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。

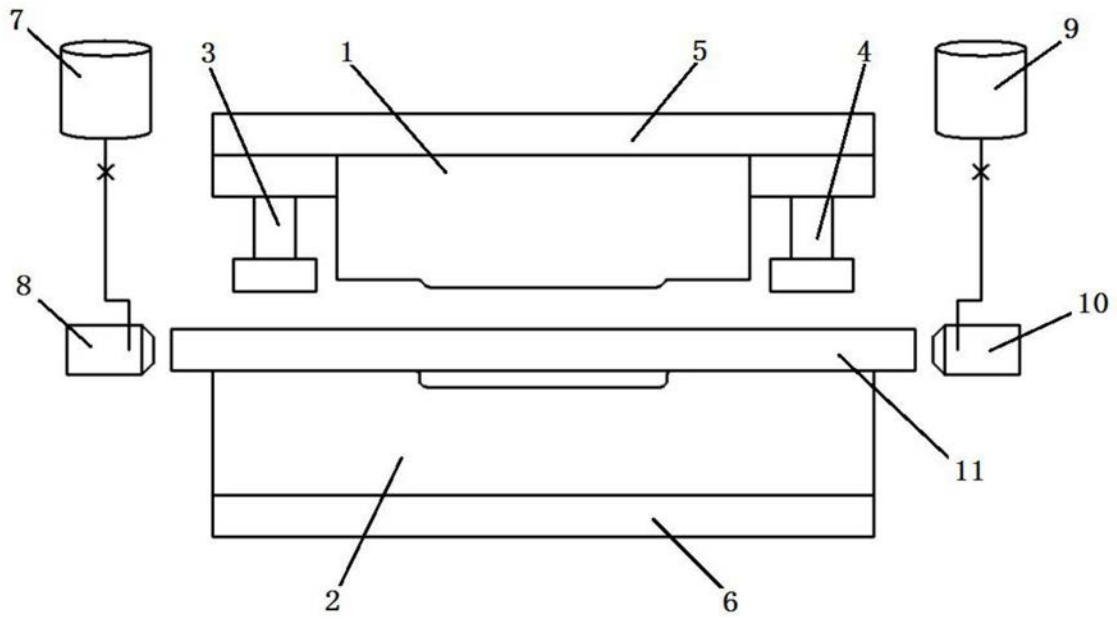


图1

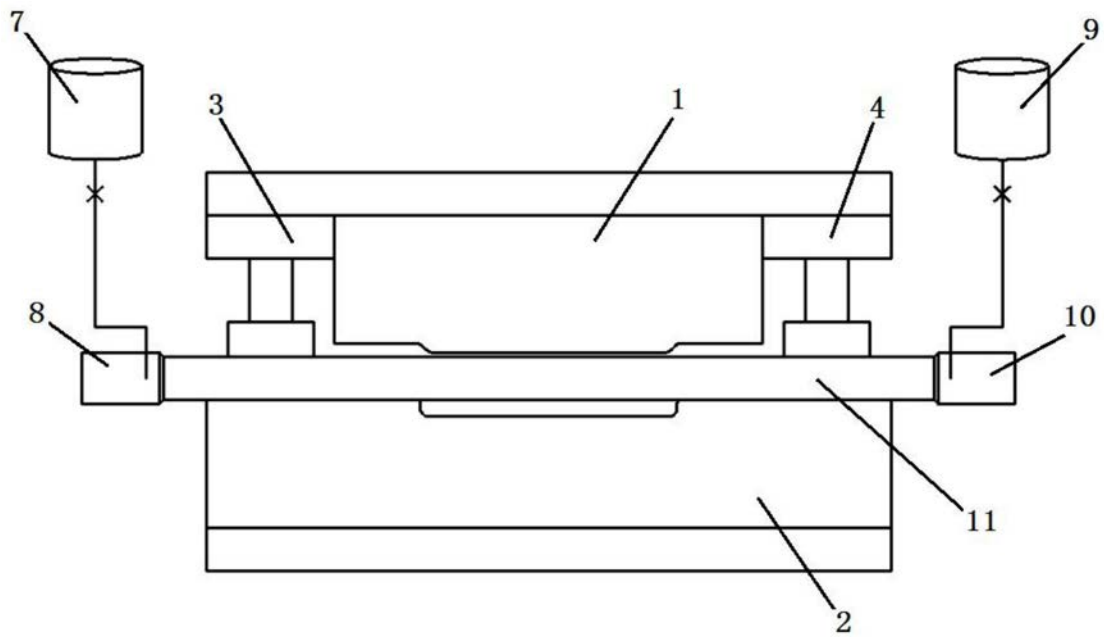


图2

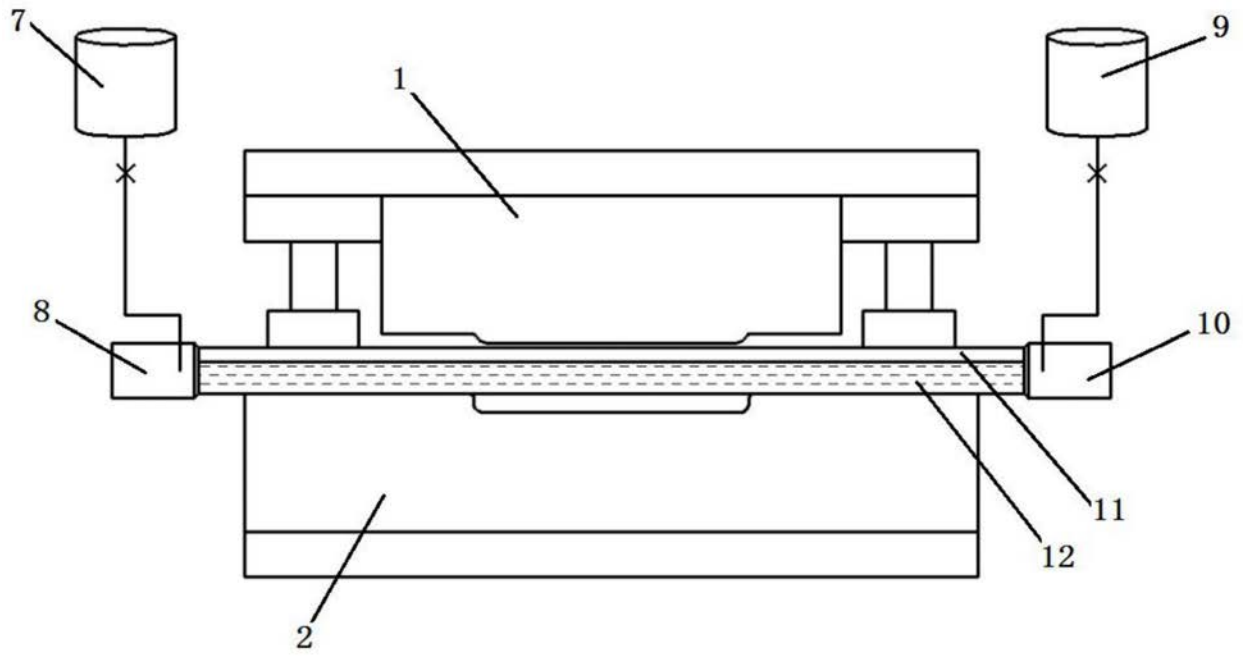


图3

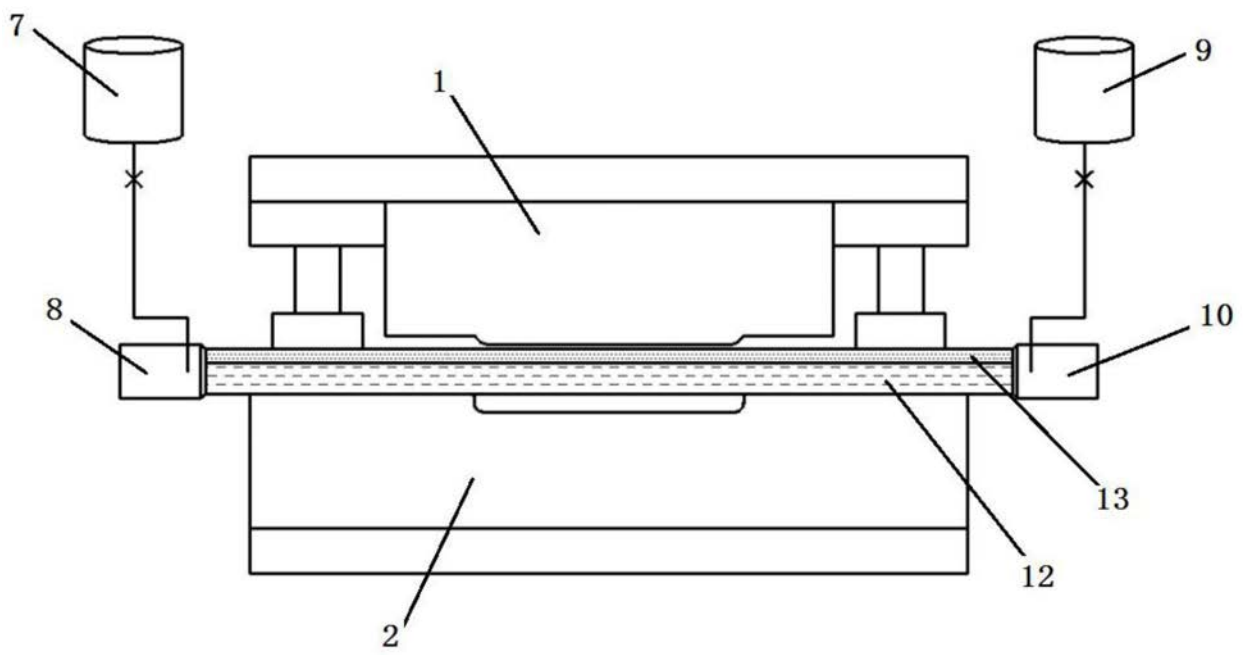


图4

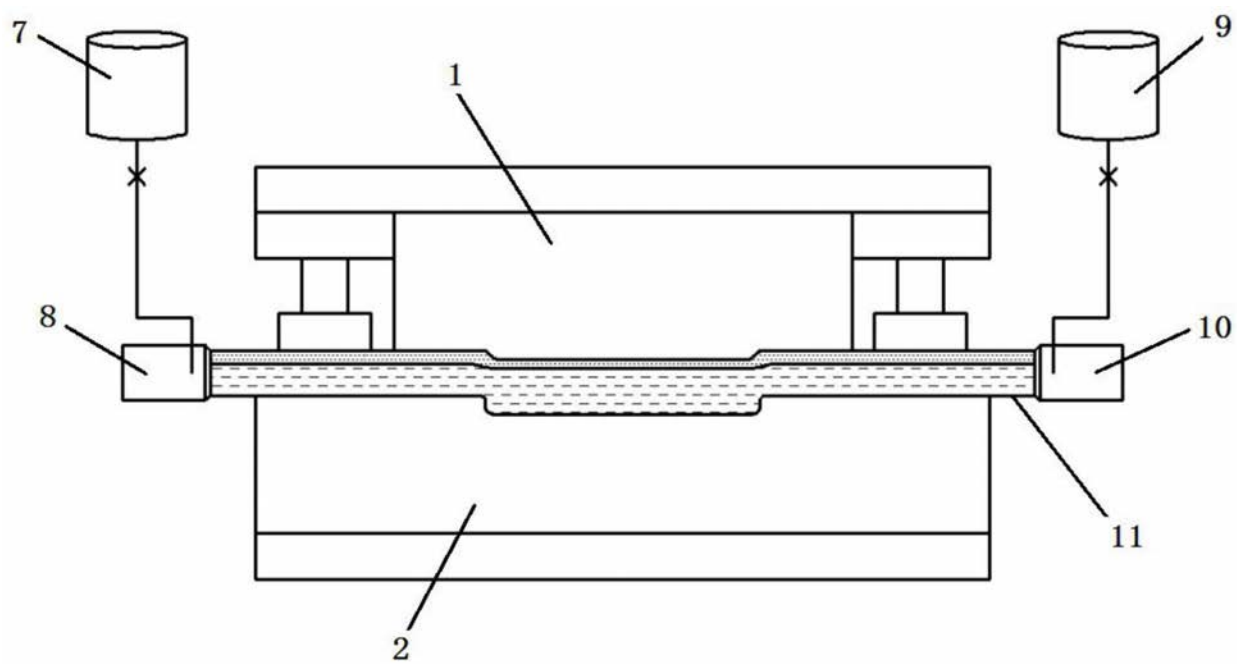


图5