(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207273859 U
(45)授权公告日 2018.04.27

(21)申请号 201720746254.7

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2017.06.26

(73)专利权人 华南理工大学
地址 510640 广东省广州市天河区五山路381号

(72)发明人 瞿金平 冯彦洪 殷小春

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245
代理人 谢静娜

(51)Int.Cl.
B29C 53/60(2006.01)
B29C 53/78(2006.01)
B29C 53/82(2006.01)
B29C 53/84(2006.01)
B29C 53/80(2006.01)

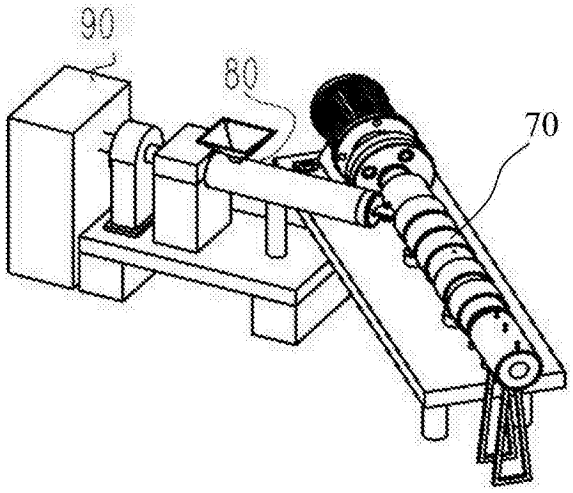
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)实用新型名称

超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备

(57)摘要

本实用新型公开一种超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，先利用挤出机主机将超高分子量聚合物原料塑化挤出，预成型为片材，再将片材送入管材成型辅机中卷绕成型为管材；其设备包括相连接的挤出机主机和管材成型辅机，管材成型辅机包括机筒和设于机筒内的芯轴，机筒内壁分布有凹槽；机筒一端的侧壁上设有进料口，进料口与挤出机主机连接，机筒另一端为出料口，出料口还连接有口模筒；芯轴包括相连接的轴体和轴头，轴体位于机筒内，轴头位于口模筒内。本实用新型通过机筒内壁所设的凹槽，使芯轴与机筒间形成体积周期性变化的腔体，实现脉动压缩释放，促进大分子扩散运动，逐步释放内应力，提高熔接强度，也提高生产效率。



CN 207273859 U

1.超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，其特征在于，包括相连接的挤出机主机和管材成型辅机，管材成型辅机包括机筒和设于机筒内的芯轴，机筒内壁分布有凹槽；机筒一端的侧壁上设有进料口，进料口与挤出机主机连接，机筒另一端为出料口，出料口还连接有口模筒；芯轴包括相连接的轴体和轴头，轴体位于机筒内，轴头位于口模筒内。

2.根据权利要求1所述的超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，其特征在于，所述轴头包括相连接的渐变段和平直段，渐变段两端分别与轴体和平直段连接，渐变段的直径沿挤出方向逐渐减小。

3.根据权利要求2所述的超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，其特征在于，所述口模筒的内壁形状与轴头相同，口模筒与轴头之间还设有耐磨衬套，耐磨衬套的外壁与口模筒的内壁相接触，耐磨衬套的形状也与轴头相同。

4.根据权利要求1所述的超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，其特征在于，所述轴体的外圆柱面上，与机筒上进料口对应的一端设有斜棱。

5.根据权利要求1所述的超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，其特征在于，所述轴体为光轴。

6.根据权利要求1所述的超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，其特征在于，所述挤出机主机与管材成型辅机之间形成夹角α，且$\alpha = \arccos\frac{W}{\pi D_b}$，式中$D_b$为机筒的直径，W为片材的宽度。

7.根据权利要求1所述的超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，其特征在于，所述机筒外周设有第一加热器，口模筒外周设有第二加热器。

超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及高分子材料挤出加工技术领域，特别涉及一种超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备。

背景技术

[0002] 超高分子量聚合物由于其具有极高的分子量，使得超高分子量聚合物制品具备普通高分子材料所不具备的优异性能。例如，超高分子量聚乙烯树脂制品的力学强度高、耐磨性能优异、质轻、环保、吸水率低，广泛应用于纺织、造纸、食品机械、运输、冶金、煤炭等领域；超高分子量PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯)在200℃以上的高温下也能保持力学强度，还具有很强的韧性、耐磨性和抗冲击性；而素有塑料王之称的聚四氟乙烯，则具有耐高温、摩擦系数极低的特性。

[0003] 但超高分子量聚合物临界剪切速率低，容易在很低的转速下就发生熔体破裂，产品表面凹凸不平，因而生产效率低下。物料摩擦系数小，加料段易打滑，使物料无法沿轴向前推进，易造成挤出不稳定；同时，其熔体黏度高，呈现高弹态，分子链之间扩散程度小，松弛时间长，容易产生熔接痕。

[0004] 传统超高分子量聚合物管材成型工艺有多种，包括固态挤出法、硬顶法、焊接法、粘接法、缠绕法等。通过硬顶法成型，得到的管材熔接强度高，但挤出速度极慢；当挤出速度提高后，管材模头内由于不同料流间熔接不良，所以熔接痕问题凸显，容易造成内部缺陷，同时管材表面质量控制困难。而传统缠绕管材是在型材冷却状态下缠绕并用热熔塑料粘接成整体的，因此缠绕管拼接处熔接强度低。通过焊接法、粘接法成型的，焊缝的强度不足原来的50％，容易造成断裂而泄漏，因此不能满足工业要求。

[0005] 由此可见，针对目前超高分子量聚合物管材成型中存在的问题，开发一种生产效率高、内应力小、不同料流熔接强度高、无熔接痕的超高分子量聚合物管材成型方法及设备，对超高分子量聚合物材料的诸多优异性能的进一步开发与利用具有重要意义。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于克服现有技术的不足，提供一种超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，该设备可实现在保证熔接强度较高的前提下，有效提高管材成型的生产效率。

[0007] 本实用新型的技术方案为：一种超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，包括相连接的挤出机主机和管材成型辅机，管材成型辅机包括机筒和设于机筒内的芯轴，机筒内壁分布有凹槽；机筒一端的侧壁上设有进料口，进料口与挤出机主机连接，机筒另一端为出料口，出料口还连接有口模筒；芯轴包括相连接的轴体和轴头，轴体位于机筒内，轴头位于口模筒内。其中，进料口为开设于机筒侧壁上的矩形通孔，挤出机主机成型的片材直接由该进料口进入管材成型辅机中；机筒内壁的各凹槽(该凹槽结构可为轴向凹槽或螺旋凹槽)沿机筒圆周方向均匀分布于机筒内壁上；芯轴为有源驱动的旋转芯轴，可提供

驱动力，使芯轴旋转带动物料前进，保证长停留时间成型条件下成型流动阻力减少，避免了因模头长度大而能耗高、轴向压力过大的问题。

[0008] 所述轴头包括相连接的渐变段和平直段，渐变段两端分别与轴体和平直段连接，渐变段的直径沿挤出方向逐渐减小。也就是说，芯轴上，平直段的直径小于轴体的直径，且两者之间通过渐变段进行过渡连接。轴头采用耐磨材料制作或进行表面热处理、涂层及渗层等技术以提高耐磨性，缓解由于芯轴与物料摩擦而表面磨损严重导致产品尺寸偏差的问题。

[0009] 所述口模筒的内壁形状与轴头相同，口模筒与轴头之间还设有耐磨衬套，耐磨衬套的外壁与口模筒的内壁相接触，耐磨衬套的形状也与轴头相同。耐磨衬套具有与机筒相通的进口和出口，衬套的进口与机筒的出料口相通，耐磨衬套与轴头之间形成成型腔，该成型腔沿进口朝向出口的方向上依次设置有相应的渐变段和平直段，实现管材稳定挤出及制品尺寸调整。

[0010] 作为一种优选方案，所述轴体的外圆柱面上，与机筒上进料口对应的一端设有斜棱。除此之外，芯轴上的其它部位为光轴，该轴体结构相对复杂一些，但片材进入进料口后，斜棱可对片材产生咬合作用，片材在斜棱的咬合作用下以一定角度卷绕到芯轴上，通过芯轴与机筒间形成体积脉动变化的腔体，熔体受到脉动变化的压缩与膨胀作用，在外加热的辅助作用下，促进大分子链的扩散与松弛及内应力释放，有效消除熔接痕。

[0011] 作为另一种优选方案，所述轴体为光轴。即轴体的外圆柱面为光滑面，不设有任何斜棱或曲面。该轴体结构简单，加工简便，适应性强，且对物料无剪切作用，但对片材的咬合效果不如带斜棱的轴体好。

[0012] 所述挤出机主机与管材成型辅机之间形成夹角α，且$\alpha = \arccos\frac{W}{\pi D_b}$，式中$D_b$为机筒的直径，W为片材的宽度。其中，挤出机主机与管材成型辅机之间形成的夹角即为片材的中线与机筒的进料口中线之间形成夹角，该夹角的设置，使得片材能够在管材成型辅机的芯轴上卷绕并进行无缝拼接。

[0013] 所述机筒外周设有第一加热器，口模筒外周设有第二加热器。除此之外，机筒上还设有第一温度传感器，口模筒上还设有第二温度传感器，通过第一温度传感器和第二温度传感器实时检测机筒和口模筒内的熔体温度，将其反馈给设备的控制器，可实时调节第一加热器和第二加热器的加热温度，使熔体温度保持恒温。

[0014] 除了上述结构外，管材成型辅机还包括冷却机构、切割机构、托辊支撑机构和驱动机构。其中，冷却机构包括定径套和水槽，口模筒的出口与定径套、水槽依次连接。托辊支撑机构包括托辊和托辊支撑架，托辊设于定径套出口处的管材下方，托辊支撑架用于安置托辊。沿挤出方向，切割机构设于托辊支撑机构的后方，对管材进行自动切割，实现流水线作业，效率高，得到端面整齐、光洁且定长的管材。驱动机构包括电动机和联轴器，电动机通过联轴器与芯轴连接，驱动芯轴进行旋转运动。

[0015] 通过上述设备可实现一种超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型方法，先利用挤出机主机将超高分子量聚合物原料塑化挤出，预成型为片材，再将片材送入管材成型辅机中卷绕成型为管材；

[0016] 管材成型辅机包括机筒和设于机筒内的芯轴，机筒内壁分布有凹槽，芯轴的驱动

方式采用有源驱动(即成型模具的芯轴由电机驱动),使机筒与芯轴之间形成容积周期性脉动变化的腔体,片材卷绕后形成的熔体在腔体内输送的过程中,受到脉动变化的压缩与膨胀作用,促进聚合物大分子链的扩散、熔接及内应力释放,从而保证了成型后管材的不同料流间的熔接强度,避免熔接痕。

[0017] 所述片材进入管材成型辅机时,片材的中线与机筒的进料口中线之间形成夹角α,且$\alpha = \arccos\frac{W}{\pi D_b}$,式中$D_b$为机筒的直径,W为片材的宽度。该夹角的设置,使得片材能够在管材成型辅机的芯轴上卷绕并进行无缝拼接。

[0018] 所述片材熔融后形成的熔体在腔体内输送的过程中,机筒外周还设有第一加热器,通过第一加热器的外加热辅助作用,进一步促进聚合物大分子链的扩散、熔接及内应力释放。另外,在管材成型并送出管材成型辅机后,还可采用冷却机构和切割机构依次对管材进行冷却定型和切割,最终得到标准的管材制品。

[0019] 本实用新型相对于现有技术,具有以下有益效果:

[0020] 本超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型方法及设备中,先通过挤出机主机挤出片材,再将片材供应到管材成型辅机,既可以降低挤出机主机的背压,减少挤出机主机驱动机构的尺寸,同时可有效提高生产效率。

[0021] 本超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备中,将片材以一定的角度卷绕到管材成型辅机上挤压成管材,通过机筒内壁所设的凹槽,使芯轴与机筒间形成体积周期性变化的腔体,实现脉动压缩释放,并通过外加热的辅助作用,促进大分子扩散运动,逐步释放内应力,解决了传统管材缠绕成型方法所带来的熔接强度低的问题。

[0022] 本超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备中,管材成型辅机中的芯轴为有源驱动,可保证长停留时间成型条件下减少成型流动阻力,避免了因模头长度大而能耗高,所需轴向压力大的问题。

附图说明

[0023] 图1为本超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备的结构示意图。

[0024] 图2为图1中管材成型辅机的结构示意图。

[0025] 图3为管材成型辅机的主视图(图中带有局部剖面示意图)。

[0026] 图4为管材成型辅机的俯视图(图中带有局部剖面示意图)。

[0027] 图5为图2中机筒的结构示意图。

[0028] 图6为机筒的的主视图(图中带有局部剖面示意图)。

[0029] 图7为图6的A-A截面视图。

[0030] 图8为实施例1中芯轴的结构示意图。

[0031] 图9为实施例2中芯轴的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 下面结合实施例,对本实用新型作进一步的详细说明,但本实用新型的实施方式不限于此。

[0033] 实施例1

[0034] 本实施例一种超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，如图1所示，包括相连接的挤出机主机80(挤出机主机一端设有控制箱90)和管材成型辅机70，如图2～图4所示，管材成型辅机包括机筒1和设于机筒内的芯轴2，如图5～图7所示，机筒内壁分布有凹槽1-1；机筒一端的侧壁上设有进料口1-2，进料口与挤出机主机连接，机筒另一端为出料口1-3，出料口还连接有口模筒3(口模筒端部还可设有挡环4)；如图3或图8所示，芯轴包括相连接的轴体2-1和轴头2-2，轴体位于机筒内，轴头位于口模筒内。其中，进料口为开设于机筒侧壁上的矩形通孔，挤出机主机成型的片材直接由该进料口进入管材成型辅机中；机筒内壁的各凹槽沿机筒圆周方向均匀分布于机筒内壁上；芯轴为有源驱动的旋转芯轴，提供驱动力，使芯轴旋转带动物料前进，可保证长停留时间成型条件下减少成型流动阻力，避免了因模头长度大而能耗高，轴向压力过大的问题。

[0035] 如图8所示，轴头包括相连接的渐变段2-21和平直段2-22，渐变段两端分别与轴体和平直段连接，渐变段的直径沿挤出方向逐渐减小。也就是说，芯轴上，平直段的直径小于轴体的直径，且两者之间通过渐变段进行过渡连接。轴头采用耐磨材料制作或进行表面热处理、涂层及渗层等技术以提高耐磨性，缓解由于芯轴与物料摩擦而表面磨损严重导致产品尺寸偏差的问题。

[0036] 如图3所示，口模筒的内壁形状与轴头相同，口模筒与轴头之间还设有耐磨衬套5，耐磨衬套的外壁与口模筒的内壁相接触，耐磨衬套的形状也与轴头相同。耐磨衬套具有与机筒相通的进口和出口，衬套的进口与机筒的出料口相通，耐磨衬套与轴头之间形成成型腔6，该成型腔沿进口朝向出口的方向上依次设置有相应的渐变段和平直段，实现管材稳定挤出及制品尺寸调整。

[0037] 如图4或图8所示，轴体的外圆柱面上，与机筒上进料口对应的一端设有斜棱2-11。除此之外，芯轴上的其它部位为光轴，该轴体结构相对复杂一些，但片材进入进料口后，斜棱可对片材产生咬合作用，片材在斜棱的咬合作用下以一定角度卷绕到芯轴上，通过芯轴与机筒间形成体积脉动变化的腔体，熔体受到脉动变化的压缩与膨胀作用，在外加热的辅助作用下，促进大分子链的扩散与松弛及内应力释放，有效消除熔接痕。

[0038] 如图1所示，挤出机主机与管材成型辅机之间形成夹角α，且$\alpha = \arccos\frac{W}{\pi D_b}$，式中$D_b$为机筒的直径，W为片材的宽度。其中，挤出机主机与管材成型辅机之间形成的夹角即为片材的中线与机筒的进料口中线之间形成夹角，该夹角的设置，使得片材能够在管材成型辅机的芯轴上卷绕并进行无缝拼接。

[0039] 如图4所示，机筒外周设有第一加热器7，口模筒外周设有第二加热器8。除此之外，机筒上还设有第一温度传感器9，口模筒上还设有第二温度传感器10，通过第一温度传感器和第二温度传感器实时检测机筒和口模筒内的熔体温度，将其反馈给设备的控制器(即上述整机控制箱90)，可实时调节第一加热器和第二加热器的加热温度，使熔体温度保持恒温。其中，控制箱90与现有挤出机的控制箱类似，通过其中的控制器对设备整体进行调温和调速控制，控制器可采用PLC实现自动控制。

[0040] 除了上述结构外，管材成型辅机还包括冷却机构、切割机构、托辊支撑机构和驱动机构。如图3所示，其中，冷却机构包括定径套11和水槽12，口模筒的出口与定径套、水槽依次连接。托辊支撑机构包括托辊13和托辊支撑架14，托辊设于定径套出口处的管材17下方，

托辊支撑架用于安置托辊。沿挤出方向，切割机构(图中未示出)设于托辊支撑机构的后方，对管材进行自动切割，实现流水线作业，效率高，得到端面整齐、光洁且定长的管材。驱动机构包括电动机15和联轴器16，电动机通过联轴器与芯轴连接，驱动芯轴进行旋转运动。用于片材成型的挤出机主机可采用普通的挤出机，也可采用市面通用的拉伸流变挤出机等任何可以连续塑化挤出超高分子量聚合物片材的机构。

[0041] 本实施例通过上述设备可实现一种超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型方法，先利用挤出机主机将超高分子量聚合物原料塑化挤出，预成型为片材，再将片材送入管材成型辅机中卷绕成型为管材；

[0042] 管材成型辅机包括机筒和设于机筒内的芯轴，机筒内壁分布有凹槽，芯轴的驱动方式采用有源驱动(即成型模具芯轴由电机驱动)，使机筒与芯轴之间形成容积周期性脉动变化的腔体，片材卷绕后形成的熔体在腔体内输送的过程中，受到脉动变化的压缩与膨胀作用，促进聚合物大分子链的扩散、熔接及内应力释放，从而保证了成型后管材的熔接强度，避免熔接痕。

[0043] 其中，片材进入管材成型辅机时，片材的中线与机筒的进料口中线之间形成夹角α，且$\alpha = \arccos\frac{W}{\pi D_b}$，式中$D_b$为机筒的直径，W为片材的宽度。该夹角的设置，使得片材能够在管材成型辅机的芯轴上卷绕并进行无缝拼接。

[0044] 片材熔融后形成的熔体在腔体内输送的过程中，机筒外周还设有第一加热器，通过第一加热器的外加热辅助作用，进一步促进聚合物大分子链的扩散、熔接及内应力释放。另外，在管材成型并送出管材成型辅机后，还可采用冷却机构和切割机构依次对管材进行冷却定型和切割，最终得到标准的管材制品。

[0045] 其中，超高分子量聚合物是分子量为一百万以上的聚合物，如超高分子量聚乙烯、聚四氟乙烯或超高分子量聚甲基丙烯酸甲酯等。

[0046] 实施例2

[0047] 本实施例一种超高分子量聚合物管材有源驱动脉动形变成型设备，与实施例1相比较，其不同之处在于，如图9所示，轴体为光轴。即轴体的外圆柱面为光滑面，不设有任何斜棱或曲面。该轴体结构简单，加工简便，适应性强，且对物料无剪切作用，但对片材的咬合效果不如带斜棱的轴体好。

[0048] 如上所述，便可较好地实现本实用新型，上述实施例仅为本实用新型的较佳实施例，并非用来限定本实用新型的实施范围；即凡依本实用新型内容所作的均等变化与修饰，都为本实用新型权利要求所要求保护的范围所涵盖。

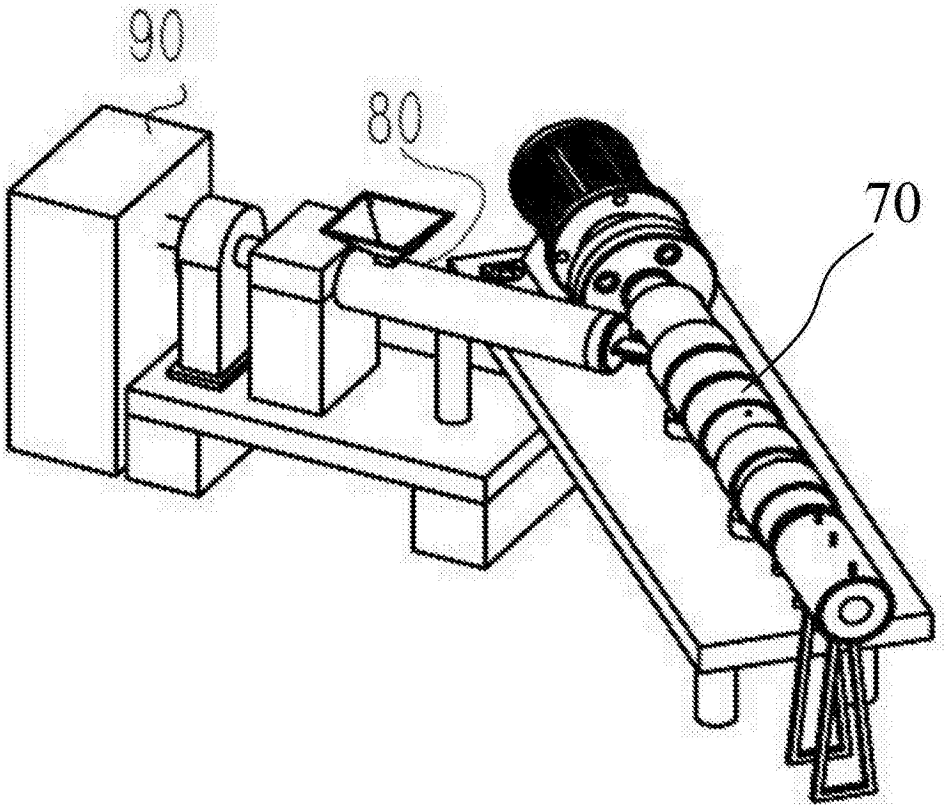


图1

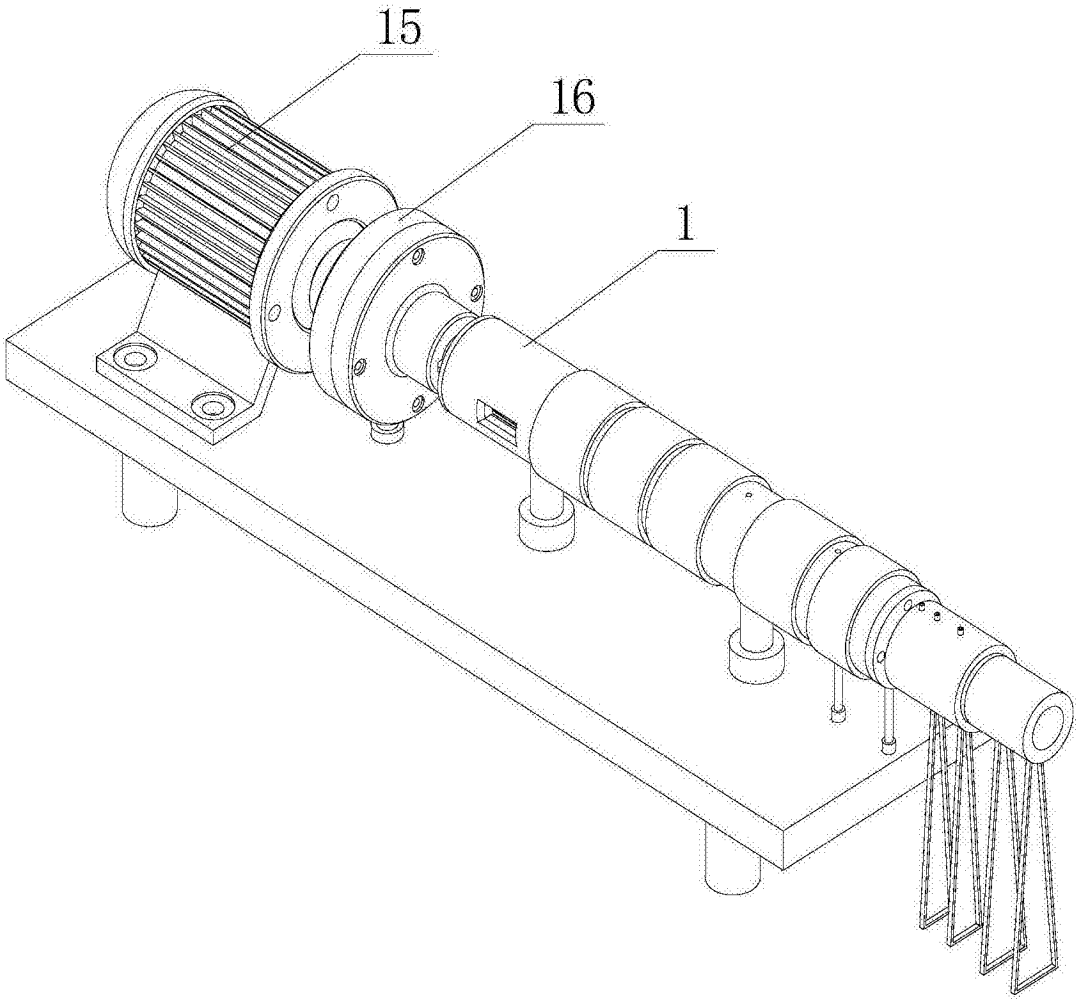


图2

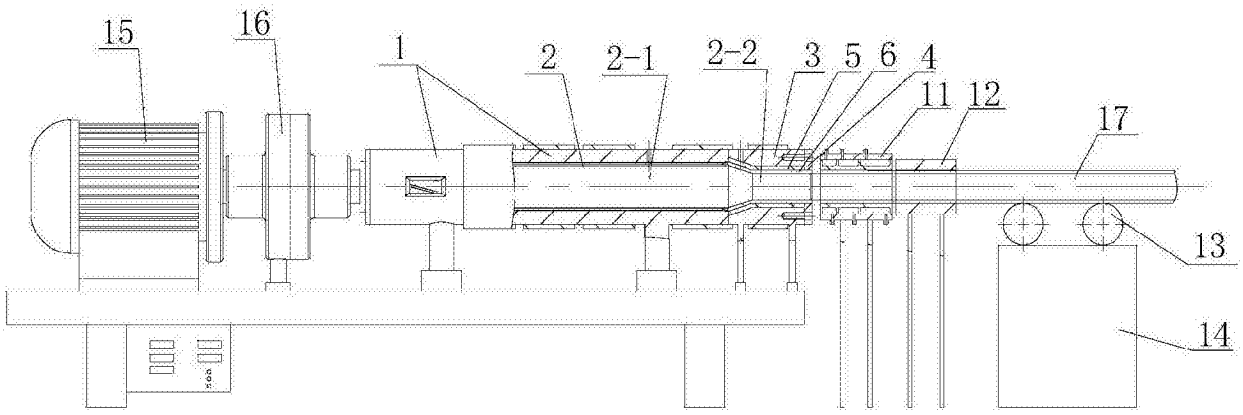


图3

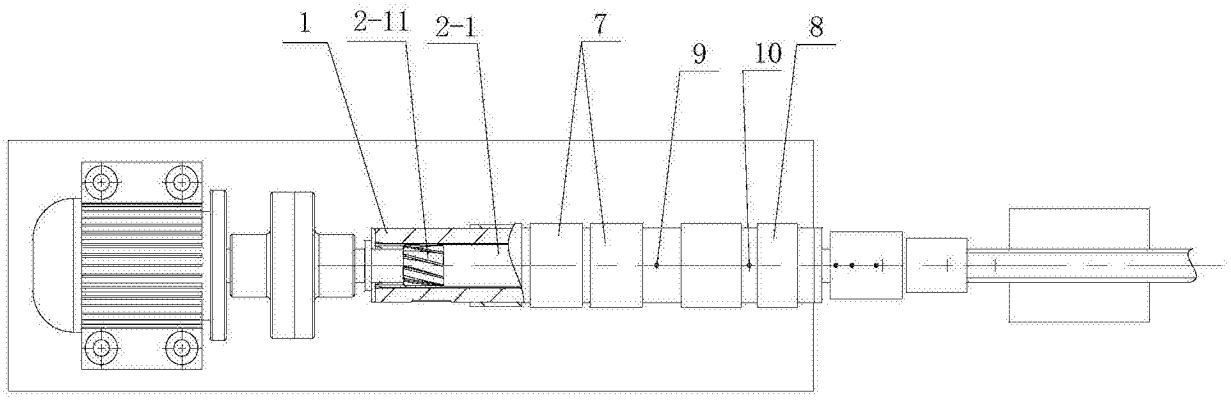


图4

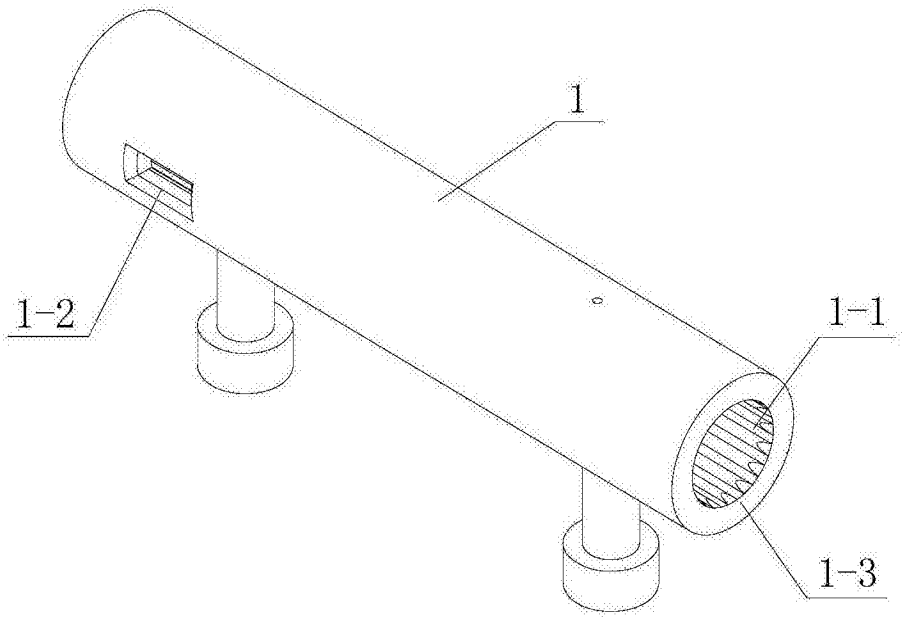


图5

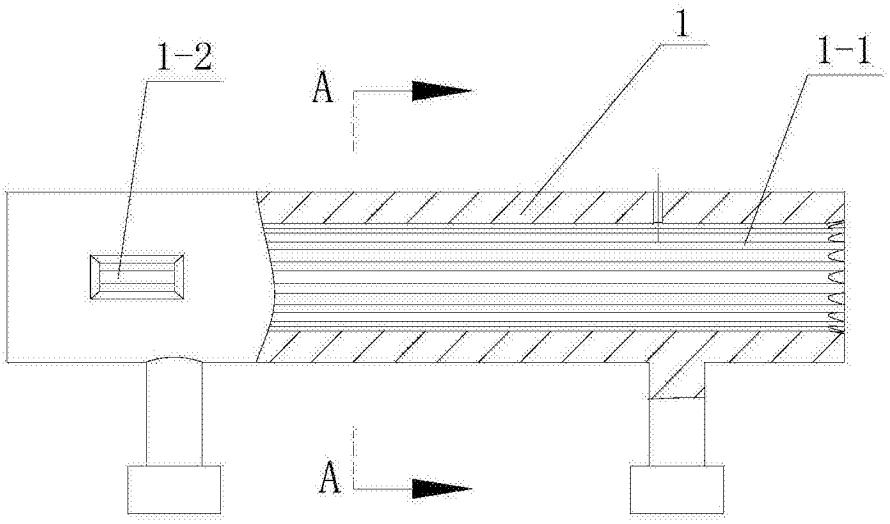


图6

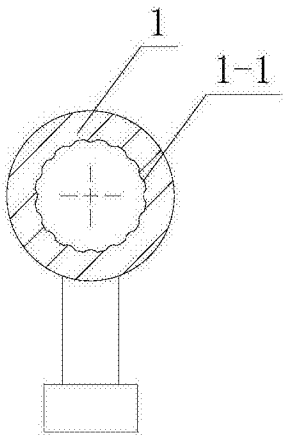


图7

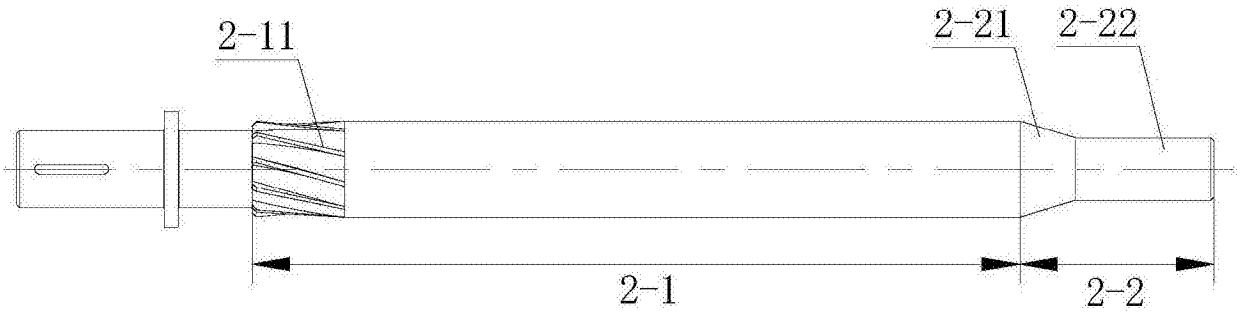


图8

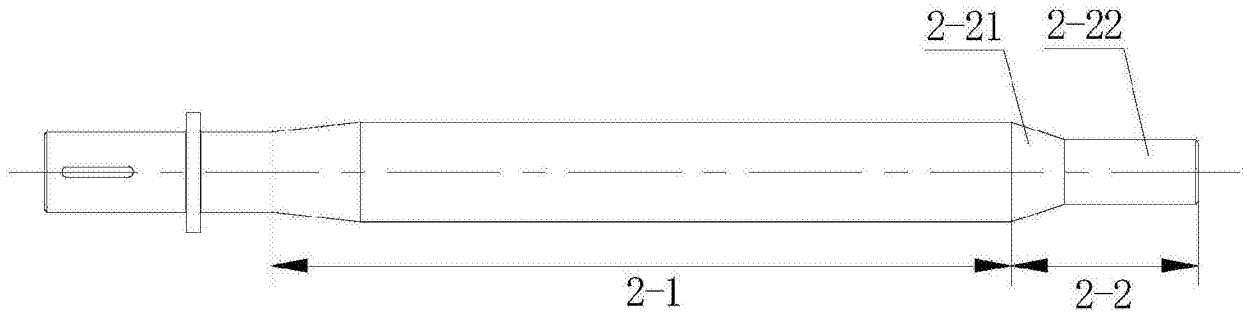


图9