



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106956003 B

(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201710177885.6

(22)申请日 2017.03.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106956003 A

(43)申请公布日 2017.07.18

(73)专利权人 南方增材科技有限公司

地址 528000 广东省佛山市南海区狮山镇
小塘城区三环西路31号F车间

(72)发明人 卢迪 严连菊 朱晓强 朱晓龙
杨晓宜

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限
公司 44202

代理人 胡枫

(51)Int.Cl.

B22F 3/115(2006.01)

(56)对比文件

CN 101402134 A,2009.04.08,说明书第2页
第8行至第6页第5行及附图4A.

CN 104526113 A,2015.04.22,全文.

CN 204338817 U,2015.05.20,全文.

CN 104651834 A,2015.05.27,全文.

JP 5-293629 A,1993.11.09,全文.

CN 104526167 A,2015.04.22,说明书第4页
第0045段至第5页第0060段及附图2.

审查员 邓进俊

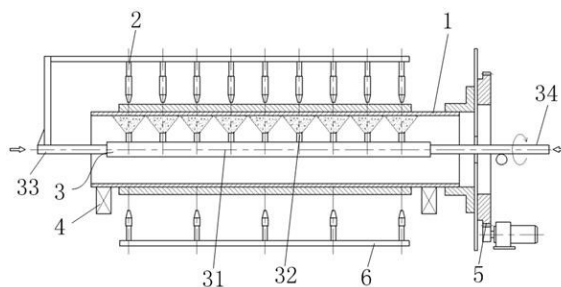
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种金属筒体电熔增材制造系统

(57)摘要

本发明公开了一种金属筒体电熔增材制造系统,包括圆筒形的基体、电熔头组件、冷却装置以及平移驱动装置,所述冷却装置包括设于基体内部的集成部、沿集成部长度方向依次设置的若干个喷嘴、设于集成部一端的进水部以及设于集成部另一端的进气部;所述集成部内设有通气总管、连接通气总管与喷嘴的通气支管、以及与喷嘴一一对应连接的若干独立通道,所述进水部包括入水总管、用于控制入水总管开关的截止阀、用于将入水总管的水分配至独立通水道的分配器、以及设于独立通道上的水量调节阀,所述进气部包括与通气总管连通的进气管和设于进气管上的气量调节阀。本发明的金属筒体电熔增材制造系统可以快速精准冷却。



1. 一种金属筒体电熔增材制造系统,包括水平设置并可绕自身中心轴旋转的圆筒形的基体、设于基体上方并用于电熔增材的电熔头组件、以及用于降温的冷却装置,其特征在于,还包括平移驱动装置,所述冷却装置包括设于基体内部的集成部、沿集成部长度方向依次设置的若干个喷嘴、设于集成部一端的进水部以及设于集成部另一端的进气部;

所述集成部内设有通气总管、连接通气总管与喷嘴的通气支管、以及与喷嘴一一对应连接的若干独立通水道,所述进水部包括入水总管、用于控制入水总管开关的截止阀、用于将入水总管的水分配至独立通水道的分配器、以及设于独立通水道上的水量调节阀,所述进气部包括与通气总管连通的进气管和设于进气管上的气量调节阀;

所述电熔头组件与冷却装置固定连接,所述冷却装置的喷嘴的开口朝上设置,所述电熔头组件的电熔头朝下并可升降设置,所述平移驱动装置驱动电熔头组件以及冷却装置同步水平往复移动;所述喷嘴与电熔头处于基体的竖向的径向面。

2. 根据权利要求1所述的金属筒体电熔增材制造系统,其特征在于,还包括用于检测基体不同部位温度的多个温度传感器,当温度传感器检测出的温度值大于设定值时,所述冷却装置工作。

3. 根据权利要求1所述的金属筒体电熔增材制造系统,其特征在于,还包括加热装置,所述加热装置位于基体的下方。

4. 根据权利要求1所述的金属筒体电熔增材制造系统,其特征在于,所述喷嘴的个数等于电熔头的个数。

5. 据权利要求1所述的金属筒体电熔增材制造系统,其特征在于,所述独立通水道的直径范围为5-20mm。

6. 根据权利要求1至4任一项所述的金属筒体电熔增材制造系统,其特征在于,所述集成部包括铝型材,所述铝型材的中心设有用作通气总管的中空气腔,所述铝型材设有若干个用作独立通水道的水腔,所述铝型材的表面设有用于安装水管的卡位凹槽,所述水管用作独立通水道。

7. 根据权利要求6所述的金属筒体电熔增材制造系统,其特征在于,所述铝型材为80*40或者80*80的标准铝型材。

8. 根据权利要求1至4任一项所述的金属筒体电熔增材制造系统,其特征在于,还包括用于支撑基体的支撑滚轮,所述基体旋转设于支撑滚轮上并通过旋转驱动装置驱动旋转。

一种金属筒体电熔增材制造系统

技术领域

[0001] 本发明涉及增材制造设备领域,尤其涉及一种金属筒体电熔增材制造系统。

背景技术

[0002] 目前,核电、火电、石化、冶金、船舶等现代重型工业装备正日益向大型化、复杂化、高性能参数和极端条件下高可靠性、长寿命服役方向快速发展,所需低合金高强度钢、耐热合金等关键金属筒体构件尺寸也越来越大、质量要求越来越高。现在主要是采用数百吨级大型钢锭冶炼、铸造和万吨水压机等重型锻造工业装备锻压成形方式来制造金属筒体,并辅以最终机加工,该方法基本能够满足技术质量要求,但此制造工序繁多、生产周期长、材料利用率低,必然会导致构件成本高昂,另一方面,此制造工艺复杂、化学与力学性能控制难度大,也造成质量稳定性差、废品率高、价格居高不下等问题,严重影响着项目建设进度,制约着我国重型装备制造业的发展。

[0003] 为解决上述问题,国家与企业均寄望重型装备制造业取得重大突破,近年来,熔融沉积快速成形(即电熔增材制造技术)正成为一个重要的发展方向。

[0004] 其中,金属筒体电熔增材制造的电熔成形方法是采用电弧热、电阻热、电渣热复合而成的高能热源,通过电熔头熔化连续输送的金属原料丝材,在基材上逐层凝固堆积成形制造金属筒体构件,由于电熔增材制造技术具有制造柔性化程度高、成形周期短、材料化学与力学性能优良等优点,已被应用于金属筒体构件的成形,为了攻克金属筒体构件大尺寸和复杂形状成形过程中出现的裂纹和气孔、化学偏析,以及全截面性能要求等难题,需要在金属原料丝材经由输送机构和电熔头送至基材表面熔化之前,根据工艺要求,工件工作表面温度根据不同的材料及工作速度,应控制在100-600℃范围内稳定可调。

[0005] 可见金属筒体电熔增材工艺目前面临的一个关键工序是如何确保能够稳定控制工作时的温度,并满足越来越高的力学和化学性能的要求。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种金属筒体电熔增材制造系统,通过水和气实现增材制造的冷却,提高加工工件的化学与力学性能。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种金属筒体电熔增材制造系统,包括水平设置并可绕自身中心轴旋转的圆筒形的基体、设于基体上方并用于电熔增材的电熔头组件、以及用于降温的冷却装置,还包括平移驱动装置,所述冷却装置包括设于基体内部的集成部、沿集成部长度方向依次设置的若干个喷嘴、设于集成部一端的进水部以及设于集成部另一端的进气部;

[0008] 所述集成部内设有通气总管、连接通气总管与喷嘴的通气支管、以及与喷嘴一一对应连接的若干独立通水道,所述进水部包括入水总管、用于控制入水总管开关的截止阀、用于将入水总管的水分配至独立通水道的分配器、以及设于独立通水道上的水量调节阀,所述进气部包括与通气总管连通的进气管和设于进气管上的气量调节阀;

[0009] 所述电熔头组件与冷却装置固定连接,所述冷却装置的喷嘴的开口朝上设置,所述电熔头组件的电熔头朝下并可升降设置,所述平移驱动装置驱动电熔头组件以及冷却装置同步水平往复移动。

[0010] 作为上述方案的改进,还包括用于检测基体不同部位温度的多个温度传感器,当温度传感器检测出的温度值大于设定值时,所述冷却装置工作。

[0011] 作为上述方案的改进,还包括加热装置,所述加热装置位于基体的下方。

[0012] 作为上述方案的改进,所述喷嘴的个数等于电熔头的个数。

[0013] 作为上述方案的改进,所述喷嘴与电熔头处于基体的竖向的径向面。

[0014] 作为上述方案的改进,所述独立通水道的直径范围为5-20mm。

[0015] 作为上述方案的改进,所述集成部包括铝型材,所述铝型材的中心设有用作通气总管的中空气腔,所述铝型材设有若干个用作独立通水道的水腔,所述铝型材的表面设有用于安装水管的卡位凹槽,所述水管用作独立通水道。

[0016] 作为上述方案的改进,所述铝型材为80*40或者80*80的标准铝型材。

[0017] 作为上述方案的改进,还包括用于支撑基体的支撑滚轮,所述基体旋转设于支撑滚轮上并通过旋转驱动装置驱动旋转。

[0018] 实施本发明的实施例,具有如下有益效果:

[0019] 1、本发明通过水和气作为电熔增材制造的冷却介质,其中水路通过独立的通水管以及与独立通水管一一对应的水量调节阀调节通向喷嘴的水量,气路通过气量调节阀调节通向喷嘴的气量,通向喷嘴的水气通过精确控制,从而实现电熔增材制造温度的精确控制,以使金属筒体电熔增材制造出的工件的物力性能和化学性能得到较好的控制;

[0020] 2、本发明的喷嘴是设于基体内部的,在进行冷却降温的过程中,喷嘴喷出的雾化水气是直接喷向基体的内侧壁,雾化水气通过与基体内壁进行热交换带走大量的热能,并且采用本发明的冷却方式不会对基体外表面的电熔增材加工质量产生影响,此时,当加工工件为大尺寸和复杂形状的金属筒体构件时,也不会出现裂纹、气孔以及化学偏析等不良影响,加工出的工件的力学性能和化学性能良好;

[0021] 3、采用本发明的电熔增材制造系统时,基体不会移动,只是做回旋运动,电熔头组件在进行某层增材时,只是进行直线往复移动,这样可以保证增材的均匀性,以使加工工件的力学性能和化学性能良好,另外,本发明的冷却装置是通过平移驱动装置驱动随着电熔头组件的移动一同移动的,这样喷嘴冷却的部位时刻都是电熔头加工的部位,由于电熔增材制造是完全靠堆叠形成工件的,此时,喷嘴和电熔头同时移动显得尤为重要,可以有效提高冷却的精度,且由于基体的等速旋转运动,加上喷嘴是直接对基体内侧壁进行喷射的,所以喷射范围为基体的整个内侧壁,其冷却的范围较大、冷却较为均匀;

[0022] 4、本发明的冷却装置不需要任何化学液体作为冷却介质,仅用清洁便宜的自来水作为冷却介质,其次,也不需要复杂的耗能机电装置来进行冷却工作,仅利用自来水自身的压力以及喷嘴的雾化功能,水气化后带走大量的热能排到空气中,达到冷却降温的目的,在这个过程中没有任何污染及能耗,所以本发明的系统具有节能、环保等优点。

附图说明

[0023] 图1是本发明金属筒体电熔增材制造系统的结构示意图;

[0024] 图2是本发明冷却装置的工作原理图；

[0025] 图3是本发明铝型材的截面图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述。仅此声明，本发明在文中出现或即将出现的上、下、左、右、前、后、内、外等方位用词，仅以本发明的附图为准，其并不是对本发明的具体限定。

[0027] 参见附图1至附图3，本发明公开了一种金属筒体电熔增材制造系统，包括水平设置并可绕自身中心轴旋转的圆筒形的基体1、设于基体1上方并用于电熔增材的电熔头组件2、以及用于降温的冷却装置3。其中电熔头组件2通过平移驱动装置驱动往复移动。为了实现基体1旋转，本发明还包括用于支撑基体1的支撑滚轮4，所述基体1旋转设于支撑滚轮4上并通过旋转驱动装置5驱动旋转。

[0028] 为了实现本发明的目的，所述冷却装置3包括设于基体1内部的集成部31、沿集成部31长度方向依次设置的若干个喷嘴32、设于集成部31一端的进水部33以及设于集成部31另一端的进气部34。

[0029] 具体的，所述集成部31内设有通气总管311、连接通气总管311与喷嘴32的通气支管312、以及与喷嘴32一一对应连接的若干独立通水道313，所述进水部33包括入水总管331、用于控制入水总管331开关的截止阀332、用于将入水总管331的水分配至独立通水道313的分配器333、以及设于独立通水道313上的水量调节阀334，所述进气部34包括与通气总管311连通的进气管341和设于进气管341上的气量调节阀342。所述独立通水道313的直径范围优选为5-20mm。

[0030] 其中，所述电熔头组件2与冷却装置3固定连接，所述冷却装置3的喷嘴32的开口朝上设置，所述电熔头组件2的电熔头朝下并可升降设置，所述平移驱动装置驱动电熔头组件2以及冷却装置3同步水平往复移动。

[0031] 优选的，所述喷嘴32的个数等于电熔头的个数，即每个喷嘴32冷却的区域与电熔头加工的区域一一对应，能够达到最佳的冷却效果。并且所述喷嘴32与电熔头处于基体1的竖向的径向面，即冷却和加工的区域位于基体1的同一部位，冷却效率得到较大的提高。

[0032] 工作时，增材制造的工件通过电熔头将熔化的原料丝材在基体1上堆叠而成。在逐层成形的过程中，原料丝材在下层金属表面形成熔池，熔滴以射流形态进入熔池后凝固使两层金属成为一体，实现分层成形、整体融合，保证了成形金属构件的整体性能。

[0033] 为了实现更为精确的控制，本发明所述系统还包括用于检测基体1不同部位温度的多个温度传感器(附图中未显示)，当温度传感器检测出的温度值大于设定值时，所述冷却装置3工作。具体的，当温度传感器检测出的温度值大于设定值(即工艺要求的工作温度)时，先打开气路上的气量调节阀342，然后再打开水路上的截止阀332以及水量调节阀334，当水气合并后通过喷嘴32对着工作区域喷出，形成漫射水雾带走热量，达到迅速降温的目的。在此过程中，各个调节阀可调节水气流量，从而使工件冷却降温的速度可调节。

[0034] 进一步地，本发明的系统还包括加热装置6，所述加热装置6位于基体1的下方，当基体1温度低于所需温度时，所述加热装置6工作。并且所述加热装置6的喷头与喷嘴32以及电熔头处于基体1的同一竖直径向面，此时，可以达到最精确的控制。

[0035] 需要说明的是,本发明所述集成部31包括铝型材7,所述铝型材7的中心设有用作通气总管的中空气腔71,所述铝型材设有若干个用作独立通水道的水腔72,所述铝型材的表面设有用于安装水管的卡位凹槽74,所述水管用作独立通水道。

[0036] 现有技术的铝型材的结构一般都是中间设有一个大型腔,还设有一些较小的圆柱形的小型腔,并且铝型材的周边会设置表面会设置凹槽,本发明的集成部可以直接采用现成的铝型材,将铝型材的大型腔作为通气的通气总管,将小型腔作为独立通水的独立通水道,其中小型腔的个数一般少于所需独立通水道的个数,此时,需要另设一些水管用作剩余的独立通水道,水管可以直接安装在铝型材表面的凹槽内。本发明采用现成的铝型材,选材方便,并且铝型材具有很好的散热效果,更利于电熔增材制造的冷却。

[0037] 优选的,所述铝型材为80*40或者80*80的标准铝型材。

[0038] **【实施例】**回转筒体的制作

[0039] 本案例描述通过电熔成形方法制作金属筒体的过程,材料为普通低碳钢,所使用的设备参见附图1。

[0040] 附图1为本实施例的示意性说明图,其中冷却装置在本示意图中只画了9个喷嘴32,实施时可以根据具体需求选择满足要求的个数,图中省略了电源、自动送丝等装置。

[0041] 具体的,选用普通低碳钢作为原料丝材,原料丝材的直径为4mm,电熔头组件2包括9个电熔头,电熔电源为直流电源,采用电熔头接电源负极,基材接电源正极(直流时,电熔头接电源负极,基材接电源正极,能够大大提高加工效率);其中电熔工艺参数为:电熔电流700A,电熔电压35V,电熔头与基体1相对移动速度为500~600mm/min。

[0042] 采用电熔成形方法制作金属筒体构件,其实施步骤如下:

[0043] 1、将圆筒形的基体1的轴线水平配置,并支撑在支撑滚轮4上,将电熔头以200mm的间距(即相邻原料丝材中心距)平均横向布置在基体1的上方,且调整好每个电熔头与基体1表面(外周面)的距离,并选取电熔的起点;

[0044] 2、将原料丝材与辅料送至基体1表面,启动电源,导入高能热源,熔化原料丝材及辅料,同时转动基体1,开始每个电熔头第一层第一道的电熔沉积(每一层由轴向排列的多道构成);

[0045] 3、当电熔头与电熔起点之间形成一段距离后,开始启动辅料回收装置将其未熔化的辅料回收,露出渣壳并将其清除,以便于下一道的电熔沉积(堆积);随后启动冷却装置3或加热装置6对电熔沉积金属进行冷却或加热,将其基体1(第一层时是指基体1,其他层时是指前一层堆积金属)的温度控制在200~300℃;

[0046] 4、当基体1转动一圈完成第一道电熔沉积时,在控制装置的控制下,所有电熔头同时往左直线移动3/4熔道宽度距离,同时调整各电熔头与基体1表面之间的距离,以保证电熔的稳定性,之后开始第一层第二道的电熔沉积成形,此过程中要保证其左右圈道间搭接良好;

[0047] 5、当第二道完成后,重复步骤(4)再完成其它的电熔沉积道的成形,当达到最后一道时,其相邻电熔头的最后一道结束点与第一道起点要搭接良好,以至完成第一层的电熔沉积;

[0048] 6、当完成第一层的电熔沉积后,所有电熔头自动提升一层沉积厚度(即层厚)的高度,开始第二层的第一道电熔沉积,第一层电熔头的结束点即为第二层第一道的开始点,连

续沉积；

[0049] 7、当第二层第一道电熔沉积完成后，所有电熔头同时往右直线移动 $3/4$ 熔道距离，同时各电熔头自动调整其与第一层之间的距离，以保证电熔的稳定性，开始第二层第二道的电熔沉积，使其左右焊道间搭接良好；

[0050] 8、当完成第二层第二道电熔沉积完成时，重复步骤(7)，再完成其它的电熔沉积道，当达到最后一道时，其相邻电熔头的最后一道结束点与第一道起点要搭接良好，以至完成第二层的电熔沉积；

[0051] 9、重复步骤(6)至步骤(8)，再完成其它电熔沉积层，此过程中，相邻电熔沉积层电熔头的移动方向相反，最终连续电熔沉积形成整个金属构件。

[0052] 在上述过程中，根据现场实测温度，冷却装置3处于工作或待命状态；当实测温度大于工艺要求的 300°C 时，先打开气路的气量调节阀342，再打开水路的截止阀332以及水量调节阀334，当水气合并后通过喷嘴32对着工作区域喷出，形成漫射水雾带走热量，达到迅速降温的目的。

[0053] 在温度调节过程中，根据各个测温点的测量温度，分别通过各独立通水管73对应的水量调节阀334调节水的流量，从而可调节工件各部位冷却降温的速度并达到均衡，既满足了工艺要求，又保证了产品质量。材料通过国家法定权威机构的鉴定，各项理化性能及力学性能指标均达到该材料的国家/国际标准要求，说明该冷却装置3在这里面起到了关键的作用，是金属筒体电熔增材制造不可缺少的关键装置。

[0054] 需要说明的是，因为原丝电熔堆叠的过程实际上是个微熔池冶金的过程，在这个过程中，由于通过本系统有严格的工艺温度进行控制，因此不容易产生裂纹等不良现象，就算发现一些不良缺陷，也可通过电熔堆叠修补来进行消除。另外，根据发明人大量的实验数据以及专业检验机构检验得出来的结论得出，通过采用本发明的系统加工出的工件的力学性能和化学性能良好。

[0055] 以上所述是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

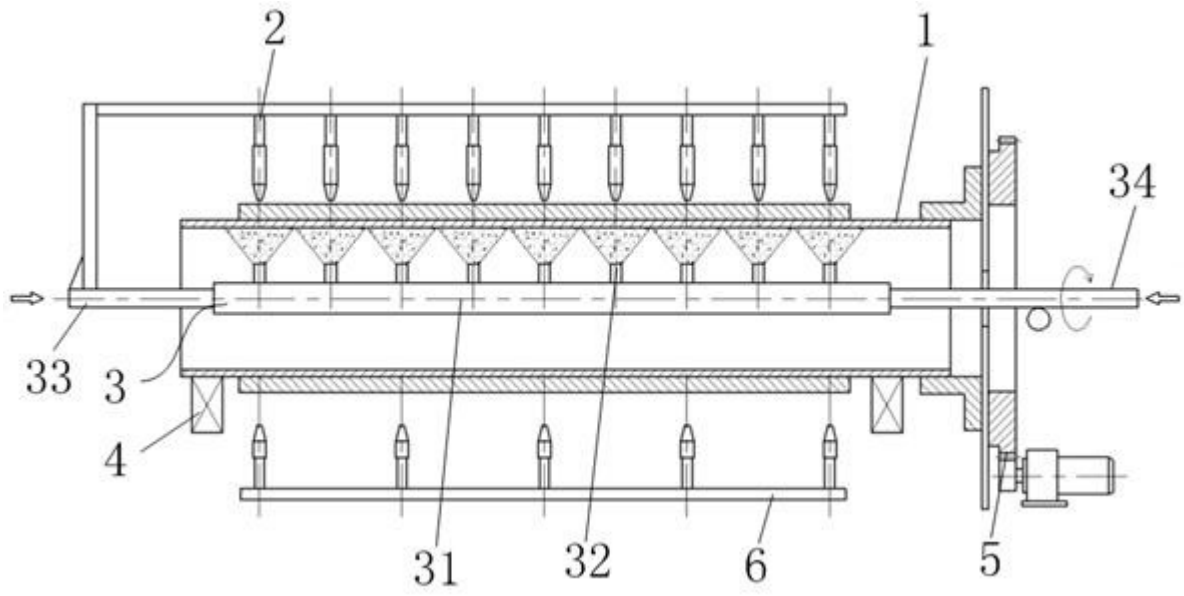


图1

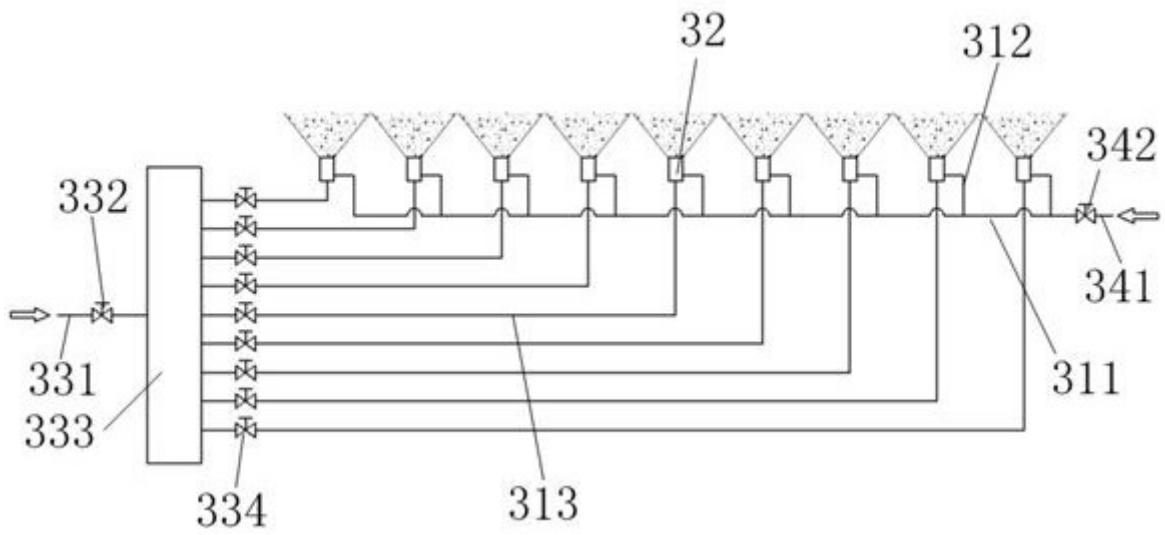


图2

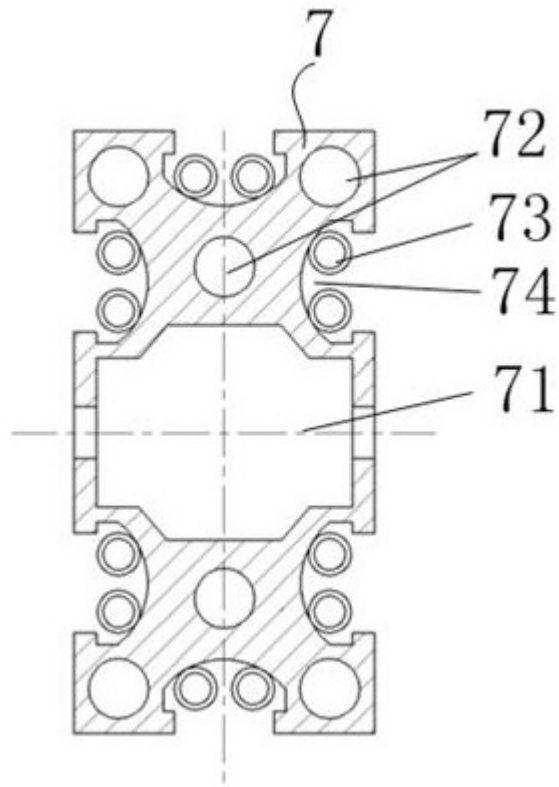


图3