



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101476986 B

(45) 授权公告日 2010.10.13

(21) 申请号 200910077594.5

(22) 申请日 2009.01.23

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 陈宏 李进平 李斌

(74) 专利代理机构 北京中创阳光知识产权代理有限公司 11003

代理人 尹振启

(51) Int. Cl.

G01M 17/08 (2006.01)

G01M 9/08 (2006.01)

审查员 魏晓薇

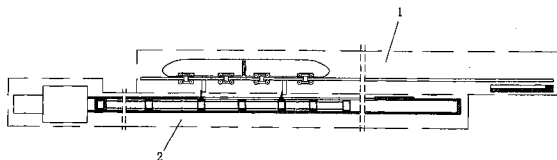
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

高速列车动模型试验系统

(57) 摘要

本发明公开了一种高速列车动模型试验系统,该试验系统包括列车动模型单元和空气炮驱动单元,列车动模型单元包括列车模型及其导轨,列车模型可在空气炮驱动单元驱动下沿其导轨滑动;空气炮驱动单元包括高压气体发生装置、炮管、运动部件,运动部件安装在炮管内,高压气体发生装置直接或通过管路与炮管后端相接,并通过向炮管内输入高压气体驱动运动部件运动,并通过运动部件带用炮管外的列车模型一同运动。利用本发明试验系统不仅可以进行隧道空气动力学研究,还可以做成双向试验装置进行高速列车交会等空气动力学研究。



1. 一种高速列车动模型试验系统,其特征在于,该试验系统包括列车动模型单元和空气炮驱动单元,列车动模型单元包括列车模型及其导轨,列车模型可在空气炮驱动单元驱动下沿其导轨滑动空气炮驱动单元包括高压气体发生装置、炮管、运动部件,运动部件安装在炮管内,高压气体发生装置直接或通过管路与炮管后端相接;所述炮管从后向前依次包括加速段、开缝段,其中开缝段侧壁上开有一与炮管轴线相平行的长缝,所述运动部件包括间隔设置的加速活塞及同样与炮管内腔相配合的驱动滑座,加速活塞与驱动滑座之间通过连杆连成一体,驱动滑座上设置有驱动杆,运动部件上的加速活塞和驱动滑座分别位于炮管上的加速段和开缝段内,驱动滑座上的驱动杆经开缝段上的长缝径向伸出炮管;所述列车模型上设置有与所述驱动杆相配合的工作面,随着所述高压气体发生装置向炮管加速段内输入高压气体,加速活塞在加速段内被驱动向前运动,并通过连杆带动驱动滑座一同运动,同时驱动滑座上的驱动杆通过与其相配的工作面顶推列车模型沿其导轨向前运动,所述工作面与所述驱动杆单向配合并可反向自由脱离。

2. 如权利要求1所述的试验系统,其特征在于,在所述加速活塞与所述驱动滑座之间的所述连杆上,还设置有与所述炮管内腔相配合的用于支撑连杆中部的中间滑块。

3. 如权利要求1所述的试验系统,其特征在于,所述运动部件包含至少两个相互间隔设置的驱动滑座,相应地,所述列车模型上设置有与驱动滑座数量相同并与其一一相配的工作面。

4. 如权利要求3所述的试验系统,其特征在于,所述加速活塞同与其相邻的所述驱动滑座之间的间距与所述加速段的长度相匹配,在加速活塞位于加速段后端的同时,该驱动滑座也位于所述开缝段的后端。

5. 如权利要求1所述的试验系统,其特征在于,所述加速活塞与所述驱动滑座和所述连杆一体制成,或以焊接方式连成一体。

6. 如权利要求5所述的试验系统,其特征在于,所述加速活塞、所述驱动滑座、所述连杆为外径相同的一个整体。

7. 如权利要求3所述的试验系统,其特征在于,所述炮管在所述开缝段的前侧还设置有压缩空气减速段,该压缩空气减速段前端封闭,其后端与开缝段前端相接,相应地,所述运动部件上设置与所述减速段相匹配的减速活塞,该减速活塞位于运动部件的前端,并通过连杆与位于其后方的驱动滑座连成一体,减速活塞同与其相邻的驱动滑座间隔设置,二者之间的间距保证运动部件被减速活塞制动后与其相邻的驱动滑座仍位于开缝段中。

8. 如权利要求7所述的试验系统,其特征在于,所述加速活塞和所述减速活塞之间的间距同所述加速段和所述压缩空气减速段之间的间距相协调,以保证所述运动部件在被减速活塞制动后,所述加速活塞仍然位于加速段中。

9. 如权利要求8所述的试验系统,其特征在于,所述开缝段在其长缝的前部设置有与所述驱动杆相配合的由橡胶制成的摩擦减速条,该摩擦减速条沿长缝铺设并通过与驱动杆相互摩擦实现对所述运动部件的减速。

10. 如权利要求7所述的试验系统,其特征在于,所述列车动模型单元中的所述导轨从后向前依次设置有模型加速段、模型试验段和模型减速段,其中,模型加速段与所述炮管中的加速段相对应,在模型加速段中,所述列车模型在炮管中的所述运动部件驱动下加速向前运动,在模型试验段中,被加速到预定速度的列车模型继续向前运动,模型减速段中设置有与列车模型相配合的减速装置,在该段中列车模型被减速装置减速,直至停止。

## 高速列车动模型试验系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种高速列车动模型试验系统。

### 背景技术

[0002] 高速列车动模型试验中,需要高速发射模型并使模型在轨道上滑动。目前,成功应用于轨道滑行的模型发射方法,是使用橡皮筋弹射。比如英国列车研究中心的缩比 1/25 质量为 10kg 的模型,速度最高达到 55m/s;我国中南工业大学高速列车空气动力研究中心使用缩比 1/20 质量为 30kg 的模型,最高滑行速度达到 61m/s。随着高速列车的发展,速度不断提高,在高速列车空气动力学的研究中,要求动模型的试验速度达到 100m/s 以上,模型缩比达到 1/10,模型重量一般要求在 100kg 以上。如果仍然用橡皮筋弹射,弹射力远不能满足要求。因此,采用发射能力很强的空气驱动是很好的方法。但是到目前为止,空气驱动模型在轨道上高速滑行还未见报道。我国西南交通大学和日本高铁中心都是通过空气驱动模型在绳索上滑行,虽然滑行速度很高(达到 100m/s),但模型质量很小,最大缩比也只有 1/80,并且只应用在研究列车过隧道时的空气动力学问题。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术存在的需求,本发明的目的在于提供一种高速列车动模型试验系统,该系统采用空气炮工作原理,通过对炮管结构进行改进使其与列车模型有机结合,满足了高速列车空气动力学研究的需要。

[0004] 为实现上述目的,本发明高速列车动模型试验系统包括列车动模型单元和空气炮驱动单元,列车动模型单元包括列车模型及其导轨,列车模型可在空气炮驱动单元驱动下沿其导轨滑动;空气炮驱动单元包括高压气体发生装置、炮管、运动部件,运动部件安装在炮管内,高压气体发生装置直接或通过管路与炮管后端相接;所述炮管从后向前依次包括加速段、开缝段,其中开缝段侧壁上开有一与炮管轴线相平行的长缝,所述运动部件包括间隔设置的加速活塞及同样与炮管内腔相配合的驱动滑座,加速活塞与驱动滑座之间通过连杆连成一体,驱动滑座上设置有驱动杆,运动部件上的加速活塞和驱动滑座分别位于炮管上的加速段和开缝段内,驱动滑座上的驱动杆经开缝段上的长缝径向伸出炮管;所述列车模型上设置有与所述驱动杆相配合的工作面,随着所述高压气体发生装置向炮管加速段内输入高压气体,加速活塞在加速段内被驱动向前运动,并通过连杆带动驱动滑座一同运动,同时驱动滑座上的驱动杆通过与其相配的工作面顶推列车模型沿其导轨向前运动,所述工作面与所述驱动杆单向配合并可反向自由脱离。

[0005] 进一步,在所述加速活塞与所述驱动滑座之间的所述连杆上,还设置有与所述炮管内腔相配合的用于支撑连杆中部的中间滑块。

[0006] 进一步,所述运动部件包含至少两个相互间隔设置的驱动滑座,相应地,所述列车模型上设置有与驱动滑座数量相同并与其一一相配的工作面。

[0007] 进一步,所述加速活塞同与其相邻的所述驱动滑座之间的间距与所述加速段的长

度相匹配,在活塞位于加速段后端的同时,该驱动滑座也位于所述开缝段的后端。

[0008] 进一步,所述加速活塞与所述驱动滑座和所述连杆一体制成或以焊接方式连成一体。

[0009] 进一步,所述加速活塞、所述驱动滑座、所述连杆为外径相同的一个整体。

[0010] 进一步,所述炮管在所述开缝段的前侧还设置有压缩空气减速段,该压缩空气减速段前端封闭,其后端与开缝段前端相接,相应地,所述运动部件上设置与所述减速段相匹配的减速活塞,该减速活塞位于运动部件的前端,并通过连杆与位于其后方的驱动滑座连成一体,减速活塞同与其相邻的驱动滑座间隔设置,二者之间的间距保证运动部件被减速活塞制动后与其相邻的驱动滑座仍位于开缝段中。

[0011] 进一步,所述加速活塞和所述减速活塞之间的间距同所述加速段和所述压缩空气减速段之间的间距相协调,以保证所述运动部件在被减速活塞制动后,所述加速活塞仍然位于加速段中。

[0012] 进一步,所述开缝段在其长缝的前部设置有与所述驱动杆相配合的由橡胶制成的摩擦减速条,该摩擦减速条沿长缝铺设并通过与驱动杆相互摩擦实现对所述运动部件的减速。

[0013] 进一步,所述列车动模型单元中的所述导轨从后向前依次设置有模型加速段、模型试验段和模型减速段,其中,模型加速段与所述炮管中的加速段相对应,在模型加速段中,所述列车模型在所述运动部件驱动下加速向前运动,在模型试验段中,被加速到预定速度的列车模型继续向前运动,模型减速段中设置有与列车模型相配合的减速装置,在该段中列车模型被减速装置减速,直至停止。

[0014] 本发明高速列车动模型试验系统提出了一种利用高压空气作为发射动力,发射缩比 $\geq 1/10$ 、质量 100kg 以上的模型,并且在轨道上的滑行速度达到 100m/s 以上新的驱动方法。本发明核心思想是利用空气炮的工作原理,采用较长的连杆,将高压气体作用在连杆前端的加速活塞上,使加速活塞在密闭的圆筒内加速运动;而与连杆另一端相连的驱动滑座在与密闭圆筒同轴同方向的开缝圆管内同方向同速运动;由于圆管开缝,使得利用活塞驱动圆管外轨道上滑行的列车模型成为可能。由于连杆较长,为了防止连杆失稳,在连杆中间加装防失稳中间滑块。利用本发明试验系统不仅可以进行隧道空气动力学研究,还可以做成双向试验装置进行高速列车交会等空气动力学研究。

## 附图说明

[0015] 图 1 为本发明高速列车动模型试验系统结构示意图;

[0016] 图 2 为本发明试验系统中的列车动模型单元的结构示意图;

[0017] 图 3 为本发明试验系统中的空气炮驱动单元的后部局部结构示意图;

[0018] 图 4 为空气炮驱动单元的中部局部结构示意图;

[0019] 图 5 为空气炮驱动单元的前部局部结构示意图;

[0020] 图 6 为空气炮驱动单元中的运动部件结构示意图。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0022] 如图 1 所示,本发明高速列车动模型试验系统包括列车动模型单元 1 和空气炮驱动单元 2。

[0023] 如图 2 所示,列车动模型单元 1 包括列车模型 11、导轨 12,列车模型 11 以已知方式安装在导轨 12 上,并可沿导轨滑动,导轨 12 从后向前依次包括模型加速段 16、模型试验段 17 和模型减速段 18。

[0024] 如图 3 至图 6 所示,空气炮驱动单元 2 包括高压气体发生装置 21、炮管 25、运动部件 26,其中,运动部件 26 安装在炮管 25 内,高压气体发生装置 21 与炮管 25 后端相接。

[0025] 参见图 3,高压气体发生装置 21 采用常规空气炮结构,包括由第一辅助气室 211、活塞 212、第二辅助气室 213、活塞杆 216 构成的控制部分和主气室 214,主气室 214 与炮管 25 后端相接,在二者接口处设置有控制阀 215,该控制阀 215 与活塞杆 216 相连,控制部分通过控制活塞杆 216 的伸缩实现控制阀 215 的打开和关闭。

[0026] 参见图 4、图 5,炮管 25 从后向前依次包括加速段 22、开缝段 23 和压缩空气减速段 24,其中,开缝段 23 部分的炮管侧壁上开有一与炮管轴线平行的长缝 32,并且在该长缝 32 前端部的两侧壁处还相对设置有两个橡胶摩擦条 34,压缩空气减速端 24 的前端封闭。

[0027] 参见图 6,运动部件 26 包括加速活塞 27、连杆 28、中间滑块 29、驱动滑座 31、减速活塞 35,加速活塞 27、驱动滑座 31、减速活塞 35 均与炮管 25 内腔相匹配,两个驱动滑座 31 上分别设置有第一驱动杆 30 和第二驱动杆 33,两驱动杆 31、33 垂直纸面方向的尺寸与炮管开缝段 23 处的长缝的宽度相匹配;加速活塞 27、驱动滑座 31、减速活塞 35 相互间隔设置,并通过连杆 28 连为一体,为了保证传动的稳定性,避免因连杆 28 过长而在工作过程中出现失稳,加速活塞 27 与驱动滑座 31 之间、两驱动滑座 31 之间、驱动滑座 31 与减速活塞 35 之间的连杆 28 上还设置有一个或多个中间滑块 29,该中间滑块 29 同样与炮管 25 的内腔相匹配。

[0028] 运动部件 26 设置在炮管 25 中,其中,减速活塞 35 位于前端,加速活塞 27 位于炮管 25 上的加速段 22 中并在加速段中滑动,两驱动滑座 31 位于炮管 25 上的开缝段 23 处并在开缝段 23 中滑动,两驱动滑座 31 上的驱动杆 30、33 经长缝 32 径向伸出炮管 25 侧壁;加速活塞 27 和第一驱动杆 30 所在驱动滑座 31 之间的间距与炮管 25 上加速段 22 的长度相匹配,在加速活塞 27 位于加速段后端 22 的同时,该驱动滑座 31 也位于开缝段 23 的后端,也由此使第一驱动杆 30 位于长缝 32 的后端,参见图 4;第二驱动杆 33 所在的驱动滑座 31 和减速活塞 35 之间的间距大于减速活塞 35 伸入炮管 25 上压缩空气减速段中的最大深度,以保证运动部件 26 被减速活塞 35 制动后,第二驱动杆 33 仍然位于长缝 32 中,避免第二驱动杆 33 撞击到长缝 32 的前端顶点,参见图 5,另外,炮管 25 上的压缩空气减速段 24 也必须具有足够的长度,保证减速活塞 35 具有足够长的工作距离,以实现运动部件 26 的可靠制动;加速活塞 27 和减速活塞 35 之间的间距与炮管 25 上加速段 22 和压缩空气减速段 24 之间的间距相协调,以保证运动部件 26 在被减速活塞 35 制动后,加速活塞 27 仍然位于加速段 22 中。随着运动部件 26 向前运动,第二驱动杆 33 将穿入两橡胶摩擦条 34 之间,将两橡胶摩擦条 34 之间的间距设置成略小与第二驱动杆 33 垂直纸面方向的宽度,这样第二驱动杆 33 将与其两侧的摩擦条 34 相互摩擦,从而有效降低运动部件的速度,为运动部件 26 的最终制动创造条件。

[0029] 列车动模型单元 1 中的列车模型 11 上设置有两个分别与第一驱动杆 30 和第二驱

动杆 33 相配合的工作面 13、14,当运动部件 26 从后向前运动时,两驱动杆 30、33 通过与其相配合的工作面 13、14 推动列车模型 11 向前运动。第二驱动杆 33 径向低于第一驱动杆 30,这样,在两驱动杆排列在同一轴线上,可避免第二驱动杆 33 对列车模型 11 继续前行造成阻碍。两驱动杆与两工作面均单向配合并可反向自由脱离,这样,在运动部件 26 减速和停止的情况下,可避免驱动杆对列车模型 11 的运动造成干扰。

[0030] 导轨 12 上的模型加速段 16 的位置与炮管 25 上加速段 22 的位置相对应,为了提高导轨 12 的利用率,模型加速段 16 的起点最好与加速段 22 的起点相对应,即:当加速活塞 27 位于加速段 22 的后端时,列车模型 11 位于模型加速段 16 的起点处。

[0031] 当列车模型 11 越过模型试验段 17 后,为了使列车模型 11 快速减速模型减速段 18 处还设置有常规的减速装置 15,列车模型 11 通过与该减速装置 15 相互作用,实现快速制动。

[0032] 本发明试验系统工作时,列车模型 11 位于导轨 12 上的模型加速段 16 的起点位置,加速活塞 27 位于炮管 25 上加速段 22 的后端,两驱动杆 30、33 分别与工作面 13、14 相互紧贴在一起,通过操纵活塞 212,打开控制阀 215,主气室 214 中的高压气体进入炮管 25 中,并通过加速活塞 27 推动整个运动部件 26 加速向前运动,并由此推动列车模型 11 加速向前运动,待列车模型被加速到预定速度后,运动部件 26 开始减速并与列车模型 11 脱离,列车模型 11 独自继续向前运动并进入到导轨 12 上的模型试验段 17;随着运动部件 26 向前运动,其上的第二驱动杆 33 逐渐接近橡胶摩擦条 34,待完成对列车模型 11 的加速任务后,第二驱动杆 33 与橡胶摩擦条 34 接触摩擦,实现对运动部件 26 的减速,与此同时或随后,减速活塞 35 开始进入炮管 25 上的压缩空气减速段 24,由于减速段 24 前端封闭,减速段 24 内的空气被减速活塞 35 压缩,对运动部件 26 产生反作用力,使得运动部件 26 被快速减速,直至制动;列车模型 11 经过模型试验段 17 后,进入模型减速段 18,减速装置 15 与列车模型 11 相互作用,完成列车模型的减速和制动。

[0033] 本发明试验系统具有如下特点:1) 采用空气炮驱动原理,驱动能力强;2) 驱动点不直接作用在列车模型上,保护模型;3) 加速活塞是圆柱形的,密封性能好,驱动效率提高;4) 加速活塞驱动完成后减速措施容易实现;5) 可以保证列车模型在轨道上运行,符合真实情况,列车模型减速措施同样容易实现;6) 选择适当的活塞杆长度和减速段长度,可以确保加速活塞减速后停留在开缝段之前,使高压气体不流出,既节省能源,不影响流场,又不产生很大的噪声。

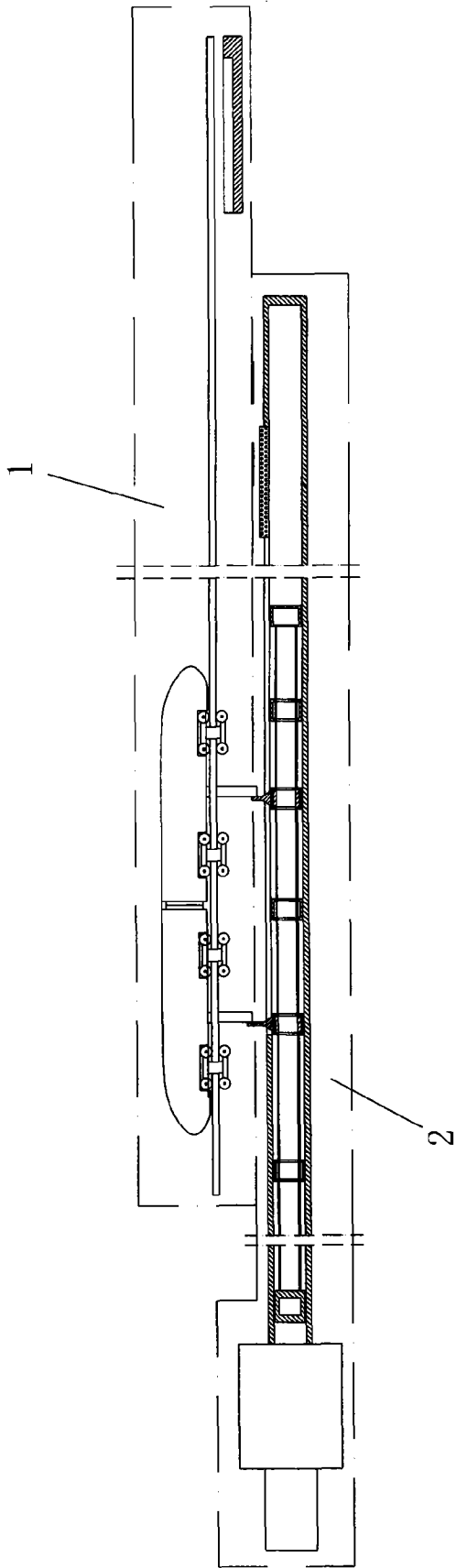


图 1

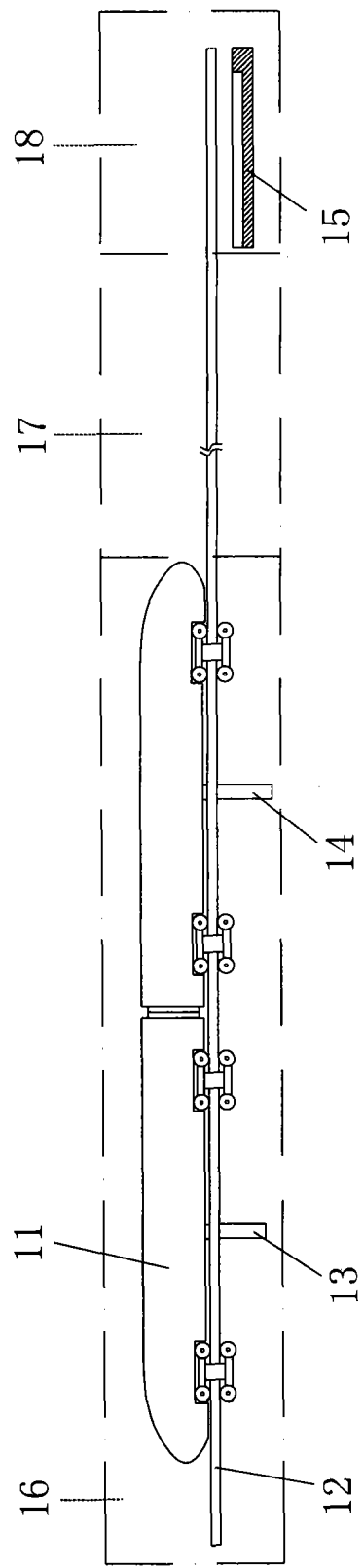


图 2

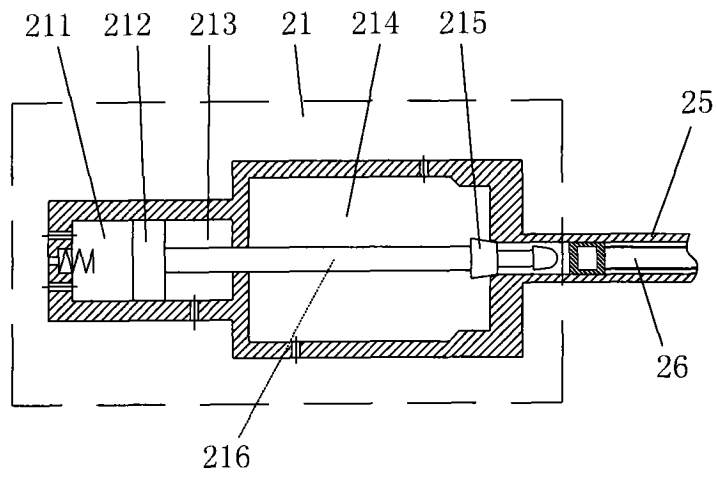


图 3

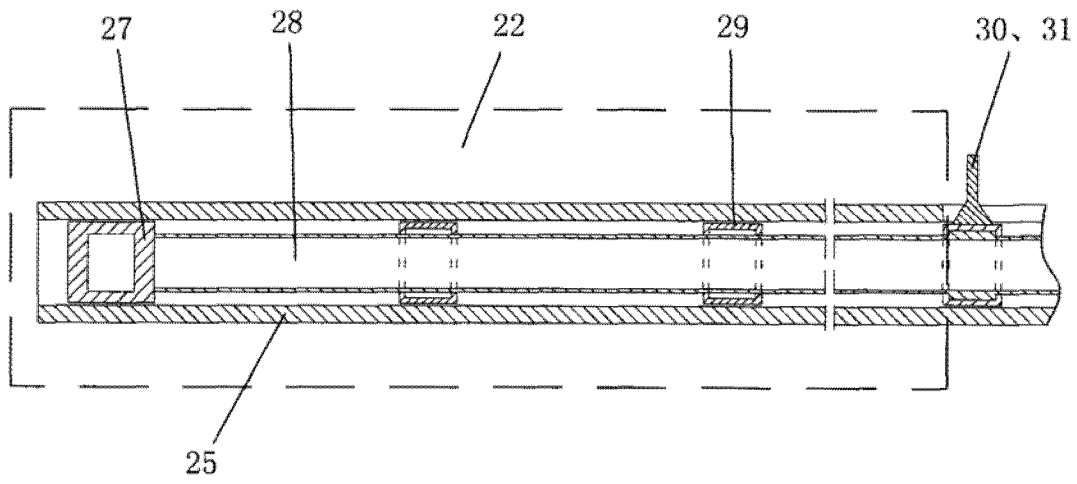


图 4



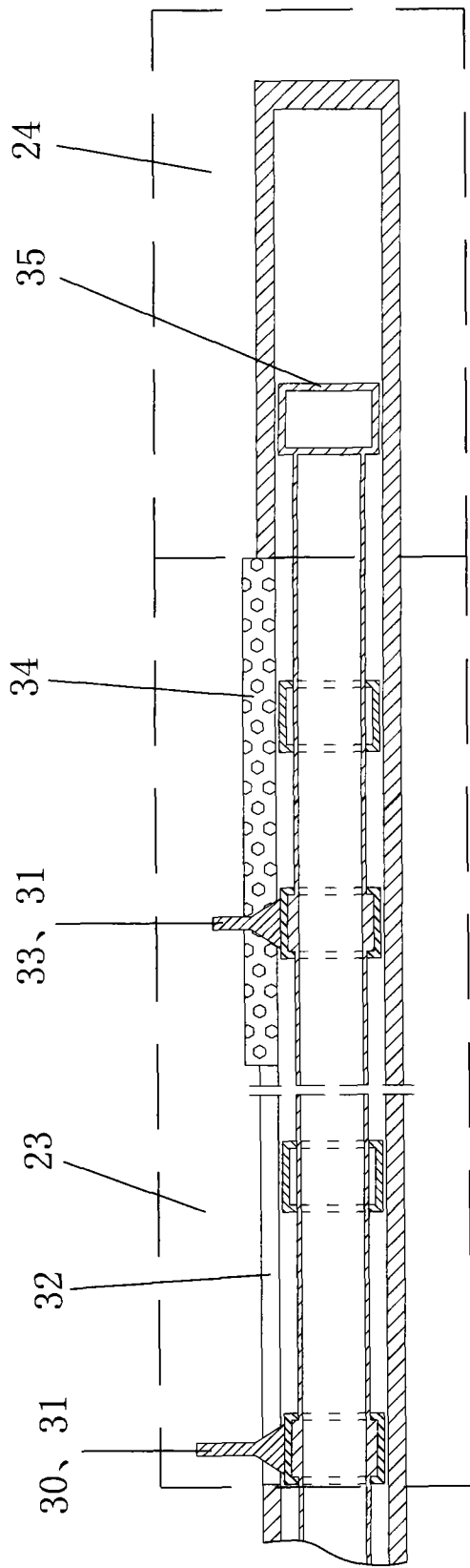


图5

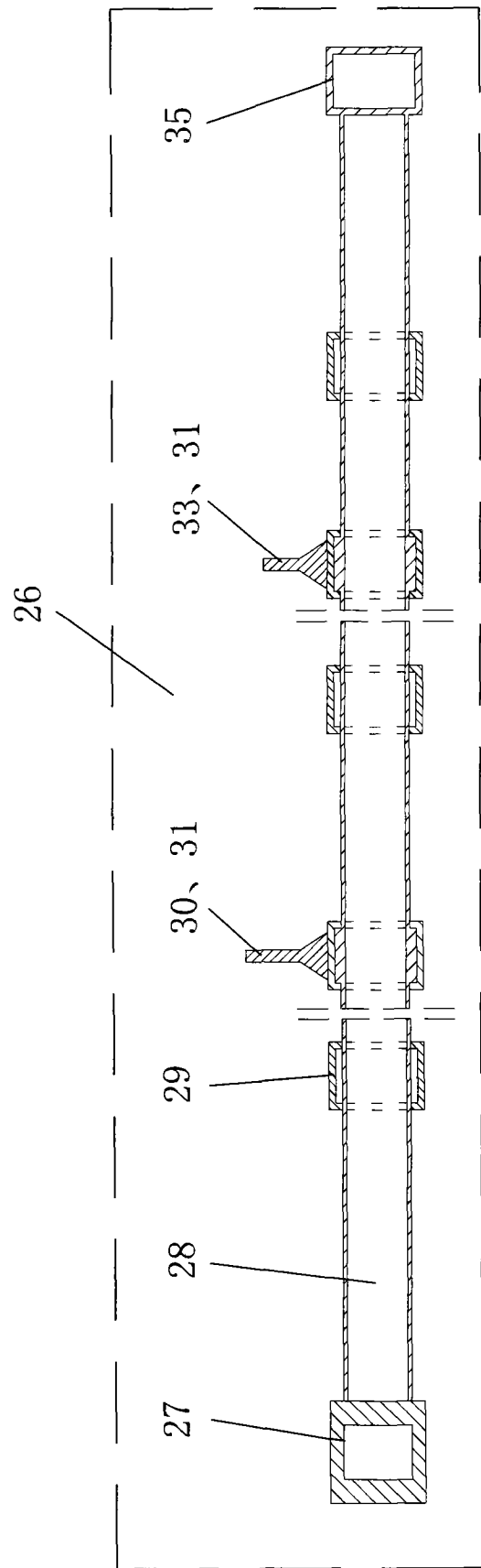


图6