



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112902771 B

(45) 授权公告日 2022.09.27

(21) 申请号 202110080161.6

G01M 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.01.21

G01N 3/307 (2006.01)

G01L 5/14 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112902771 A

(56) 对比文件

CN 202947939 U, 2013.05.22

CN 107976295 A, 2018.05.01

KR 101542494 B1, 2015.08.06

CN 207095404 U, 2018.03.13

(43) 申请公布日 2021.06.04

(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

Wei qi Tang 等. Performance and Modeling of a Two-Stage Light Gas Gun Driven by Gaseous Detonation.《applied sciences》.2020,第10卷(第12期),第1-16页.

(72) 发明人 魏炳忱 汪球 赵伟 张坤

李进平

审查员 王存

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所(普通合伙) 11390

专利代理师 胡剑辉

(51) Int. Cl.

F42B 35/02 (2006.01)

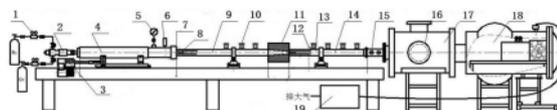
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

一种气体爆轰驱动超高速发射系统

(57) 摘要

本发明属于超高速发射测试实验设备技术领域,为了克服火药分子质量大、声速低、产物有毒、运输和存储受限等缺点,公开了一种气体爆轰驱动超高速发射系统,所述发射主体依次连接设置有爆轰管、压缩管、夹膜机、发射管,所述发射主体安装在导轨上,导轨固定安装在支撑架上;所述发射主体的前端通过点火管连接氢氧充气系统,发射主体的后端通过密封装置和测试仓连接,测试仓和缓冲箱连接,缓冲箱连接真空系统。本申请采用氢氧爆轰来代替火药作为驱动能源的爆轰驱动二级轻气炮技术,是一种廉价、无需火工品、环境友好型气炮驱动技术,具有更高的效率和良好的发射重复性。



1. 一种气体爆轰驱动超高速发射系统,其特征在于,包括氢氧充气系统、发射主体、测试仓、缓冲箱和真空系统,

所述发射主体依次连接设置有爆轰管、压缩管、夹膜机、发射管,所述发射主体安装在导轨上,导轨固定安装在支撑架上;所述发射主体的前端连接氢氧充气系统,发射主体的后端通过轴向运动密封装置和测试仓连接,测试仓和缓冲箱连接,缓冲箱连接真空系统;

所述氢氧充气系统包括氢氧气瓶,氢氧气瓶通过输气管路和爆轰管直接连接,爆轰管和点火管相互连通,输气管路上设置有高压仪表,通过氢氧气瓶向爆轰管内充气;

所述真空系统包括真空泵,真空泵通过管路和缓冲箱连接,管路上设置有真空计,通过真空泵控制缓冲箱内真空状态;

所述轴向运动密封装置包括发射管、发射管行走结构、调心支架和测试仓,发射管通过发射管行走结构及调心支架支撑;所述发射管行走结构包括轨道、支撑小车和行走油缸,轨道沿着直线横置架设,支撑小车卡合在轨道上,支撑小车和行走油缸连接,通过行走油缸带动支撑小车沿着轨道行走;所述调心支架固定安装在轨道上,发射管水平横置依次贯穿支撑小车、调心支架与测试仓连接;

所述调心支架的上端部设置有与发射管同心的环形架,环形架的上下左右和发射管相互对应各设置有一个相同的调节机构,调节机构包括手轮、调心螺杆、螺杆套筒、滚轮轴及滚轮,螺杆套筒固定设置在环形架上,调心螺杆嵌设于螺杆套筒内,调心螺杆的内端部通过滚轮轴安装滚轮,滚轮和发射管的外侧壁相互接触,调心螺杆的外端部和手轮连接,通过手轮调节控制发射管上下左右四个方向的滚轮的位置移动,通过调心支架控制发射管与测试仓的同心度;

所述发射管与测试仓之间设置有直径转换机构,直径转换机构包括测试仓法兰、过渡法兰、压紧法兰和密封组件,所述测试仓法兰与测试仓连接,过渡法兰与发射管连接,过渡法兰和压紧法兰连接且二者之间的缝隙处安装密封组件,密封组件设置两组O型圈和黄铜密封环的组件,两个黄铜密封环设置不同方向斜角,发射管在轴向方向运动时,控制O型圈具备足够的变形量,通过挤压密封组件实现动态条件下的密封。

2. 根据权利要求1所述一种气体爆轰驱动超高速发射系统,其特征在于,所述爆轰管通过夹膜机a和压缩管连接,爆轰管和压缩管之间通过膜片a间隔,压缩管通过夹膜机b和发射管连接,压缩管和发射管之间通过膜片b间隔,夹膜机b的内部设置为高压室,所述膜片a和膜片b均设置为圆形膜片结构,且沿着圆心开设为十字槽或宽矩形槽。

3. 根据权利要求1所述一种气体爆轰驱动超高速发射系统,其特征在于,所述压缩管内设置有活塞本体,所述活塞本体包括活塞头件、配重件、活塞尾件,所述活塞头件和配重件连接,配重件远离活塞头件的端部连接有活塞尾件;

所述活塞头件和活塞尾件上分别设置有凹陷腔,凹陷腔的直径小于运动活塞本体的管体内径;所述活塞尾件的自由端部设置为锥形结构,且其自由端部的直径大于运动活塞的管体内径。

4. 根据权利要求3所述一种气体爆轰驱动超高速发射系统,其特征在于,所述配重件通过螺纹结构分别与活塞头件、活塞尾件连接,螺纹结构设置为等腰梯形的螺纹牙型;所述活塞本体中远离配重件侧的活塞尾件的端部内设置有爆轰空腔;靠近配重件侧的爆轰空腔的端部的径向长度小于远离配重件侧的爆轰空腔的端部的径向长度。

5. 根据权利要求1所述一种气体爆轰驱动超高速发射系统,其特征在于,所述夹膜机设置有锯齿螺杆、锯齿螺母、夹膜机构、上盖和止动机构,

所述锯齿螺杆和锯齿螺母,锯齿螺母通过螺纹套设在锯齿螺杆外侧,锯齿螺杆内部形成高压室,锯齿螺母安装在锯齿螺母座上,支撑座的底部设置有底板,

所述夹膜机构自前向后分别设置有前夹膜环和后夹膜环,前夹膜环和后夹膜环之间夹设膜片,前夹膜环和后夹膜环的两外侧设置有防烧蚀挡环;

所述止动机构自前向后分别设置有前止动座和后止动座,后止动座和止动键套相互卡合;

所述上盖通过转轴活动安装在支撑座上,转轴端部设置有推拉杆,推拉杆和油缸连接,通过油缸驱动推拉杆带动上盖启闭。

6. 根据权利要求1所述一种气体爆轰驱动超高速发射系统,其特征在于,所述缓冲箱包括回收筒体、筒体支撑车和导轨,所述回收筒体通过筒体支撑车活动安装在导轨上,通过筒体支撑车和导轨前后移动回收筒体,所述回收筒体的前端、后端依次分别设置有前防护板、后防护板,前防护板的中心位置开设中心孔,前防护板和后防护板之间设置有圆台形防护板,回收筒体内前防护板、后防护板形成的腔体填充螺旋钢屑,回收筒体的前端自由端部通过法兰和试验段接管连接,回收筒体的后端尾部设置有法兰封头。

7. 根据权利要求6所述一种气体爆轰驱动超高速发射系统,其特征在于,所述缓冲箱中圆台形防护板设置为中空圆台形结构,圆台形防护板横置架设在回收筒体的前防护板和后防护板之间,圆台形防护板的下底面和前防护板连接,圆台形防护板的上底面和后防护板连接。

一种气体爆轰驱动超高速发射系统

技术领域

[0001] 本发明属于超高速发射测试实验设备技术领域,具体涉及一种气体爆轰驱动超高速发射系统。

背景技术

[0002] 弹道靶是一种将测试模型和弹丸发射到一个预定的速度,并且能在模型飞行过程中测量其空气动力学特性或者弹丸对靶板的冲击和损伤的一种实验设施。弹道靶起初在18世纪是用来研究子弹和炮弹的飞行和杀伤力而兴起的,并且自二战之后,弹道靶就成为了研究高速飞行器的有力工具。随着时代的发展,弹道靶被广泛得应用于超高速空气动力学和超高速碰撞响应等领域,并同时促进了超高速再入飞行器、太空碎片防护结构和材料以及动能武器等的快速发展。

[0003] 由于普通火药燃气分子质量大、声速低,即使用特别加强的炮体,使用大量的火药和很轻的弹丸,一级火药气体炮的最大出口速度也只能达到大约3.6km/s,而迄今为止还没能找到能产生低分子量燃气的火药,因此3.6km/s可以说是一级火药气体炮的极限速度。并且由于火药还具有运输和存储受限、产物有毒以及对炮管壁的污染等缺点,为此,如何研制了用氢氧爆轰来代替火药作为驱动能源的爆轰驱动二级轻气炮技术具有重要的现实意义。

[0004] 另外,传统的轻气炮采用火药作为驱动能源,存在火药分子质量大、声速低、产物有毒、运输和存储受限等缺点,且传统火药驱动时,弹丸加速比较均匀,短时间内可以视作等底压加速运动;而爆轰驱动加速由于主要是用冲击波的来回震荡驱动,因此弹丸的整个加速过程有多次冲击波加速,弹丸加速不均匀。并且按照炮体最高性能发射时,弹丸底部承受压力极高,计算值可超过1GPa,因此发射精密模型时需要考虑模型各结构强度。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题,本发明的目的在于提供一种气体爆轰驱动超高速发射系统。

[0006] 本发明采取的技术方案为:

[0007] 一种气体爆轰驱动超高速发射系统,包括氢氧充气系统、发射主体、测试仓、缓冲箱和真空系统,

[0008] 所述发射主体依次连接设置有爆轰管、压缩管、夹膜机、发射管,所述发射主体安装在导轨上,导轨固定安装在支撑架上;

[0009] 所述发射主体设置为爆轰二级轻气炮机构,第一级采用正向爆轰的方式控制冲击波在爆轰管左端的壁面和活塞尾部壁面之间的区域来回震荡,通过高压气体推动活塞运动,第二级通过活塞的高速运动压缩轻质气体达到破膜压力之后,推动弹丸运动;

[0010] 所述发射主体的前端连接氢氧充气系统,发射主体的后端通过轴向运动密封装置和测试仓连接,测试仓和缓冲箱连接,缓冲箱连接真空系统;

[0011] 所述氢氧充气系统包括氢氧气瓶,氢氧气瓶通过输气管路和爆轰管直接连接,爆

轰管和点火管相互连通,输气管路上设置有高压仪表,通过氢氧气瓶向爆轰管内充气;

[0012] 所述真空系统包括真空泵,真空泵通过管路和缓冲箱连接,管路上设置有真空计,通过真空泵控制缓冲箱内真空状态。

[0013] 进一步的,高压作用下,发射管主管体会存在轴向的运动,发射管和测试仓之间采用滑动连接及滑动连接密封,因此,还设置有轴向运动密封装置,轴向运动密封装置包括发射管、发射管行走结构、调心支架和测试仓,发射管通过发射管行走结构及调心支架支撑;所述发射管行走结构包括轨道、支撑小车和行走油缸,轨道沿着直线横置架设,支撑小车卡合在轨道上,支撑小车和行走油缸连接,通过行走油缸带动支撑小车沿着轨道行走;所述调心支架固定安装在轨道上,发射管水平横置依次贯穿支撑小车、调心支架与测试仓连接,通过支撑小车和调心支架控制发射管与测试仓的同心度。

[0014] 进一步的,所述调心支架的上端部设置有与发射管通心的环形架,环形架的上下左右和发射管相互对应各设置有一个相同的调节机构,调节机构包括手轮、调心螺杆、螺杆套筒、滚轮轴及滚轮,螺杆套筒固定设置在环形架上,调心螺杆嵌设于螺杆套筒内,调心螺杆的内端部通过滚轮轴安装滚轮,滚轮和发射管的外侧壁相互接触,调心螺杆的外端部和手轮连接,通过手轮调节控制发射管上下左右四个方向的滚轮的位置移动,通过调心支架控制发射管与测试仓的同心度。

[0015] 更进一步的,所述发射管与测试仓之间设置有直径转换机构,直径转换机构包括测试仓法兰、过渡法兰、压紧法兰和密封组件,所述测试仓法兰与测试仓连接,过渡法兰与发射管连接,过渡法兰和压紧法兰连接且二者之间的缝隙处安装密封组件,所述密封组件依次设置为密封压套、O型圈a、黄铜密封环a、黄铜密封环b、O型圈b,所述密封压套选用黄铜材料设置为直口结构;所述O型圈a和O型圈b均设置为氟橡胶O型圈结构;黄铜密封环a和黄铜密封环b的外侧设置斜角,发射管在轴向方向运动时,两个黄铜密封环设置不同方向斜角,发射管在轴向方向运动时,控制O型圈具备足够的变形量,通过挤压密封件实现动态条件下的密封。

[0016] 进一步的,所述爆轰管通过夹膜机a和压缩管连接,爆轰管和压缩管之间通过膜片a间隔,压缩管通过夹膜机b和发射管连接,压缩管和发射管之间通过膜片b间隔,夹膜机b的内部设置为高压室。通过膜片a和膜片b将爆轰管和压缩管之间的初始气体隔开,保证爆轰管的氢氧气体在充气时不泄露到压缩管;而膜片b的作用是保证轻质气体压力达到一定压力之前,这部分气体不向发射管泄露。

[0017] 膜片a和膜片b分别设置在活塞后面和弹丸后面,第一个膜片a靠爆轰波冲击破开后,活塞向前运动;第二个膜片b在轻质气体达到一定压力后破开,弹丸向前运动。

[0018] 更进一步的,所述膜片a和膜片b均设置为圆形膜片结构,且沿着圆心开设为十字槽或宽矩形槽。

[0019] 进一步的,所述压缩管内设置有活塞本体,所述活塞本体包括活塞头件、配重件、活塞尾件,所述活塞头件和配重件连接,配重件远离活塞头件的端部连接有活塞尾件;

[0020] 所述活塞头件和活塞尾件上分别设置有凹陷腔,凹陷腔的直径小于运动活塞本体的管体内径;所述活塞尾件的自由端部设置为锥形结构,且其自由端部的直径大于运动活塞的管体内径。

[0021] 更进一步的,所述配重件通过螺纹结构分别与活塞头件、活塞尾件连接,螺纹结构

设置为等腰梯形的螺纹牙型。

[0022] 更进一步的,所述活塞本体中远离配重件侧的活塞尾件的端部内设置有爆轰空腔;靠近配重件侧的爆轰空腔的端部的径向长度小于远离配重件侧的爆轰空腔的端部的径向长度。

[0023] 进一步的,所述夹膜机设置有锯齿螺杆、锯齿螺母、夹膜机构、上盖和止动机构,

[0024] 所述锯齿螺杆和锯齿螺母,锯齿螺母通过螺纹套设在锯齿螺杆外侧,锯齿螺杆内部形成高压室,锯齿螺母安装在锯齿螺母座上,支撑座的底部设置有底板,

[0025] 所述夹膜机构自前向后分别设置有前夹膜环和后夹膜环,前夹膜环和后夹膜环之间夹设膜片,前夹膜环和后夹膜环的两外侧设置有防烧蚀挡环;

[0026] 所述止动机构自前向后分别设置有前止动座和后止动座,后止动座和止动键套相互卡合;

[0027] 所述上盖通过转轴活动安装在支撑座上,转轴端部设置有推拉杆,推拉杆和油缸连接,通过油缸驱动推拉杆带动上盖启闭。

[0028] 进一步的,所述缓冲箱包括回收筒体、筒体支撑车和导轨,所述回收筒体通过筒体支撑车活动安装在导轨上,通过筒体支撑车和导轨前后移动回收筒体,所述筒体的前端、后端依次分别设置有前防护板、后防护板,前防护板的中心位置开设中心孔,前防护板和后防护板之间设置有圆台形防护板,回收筒体内前防护板、后防护板形成的腔体填充螺旋钢屑,回收筒体的前端自由端部通过法兰和试验段接管连接,回收筒体的后端尾部设置有法兰封头。

[0029] 更进一步的,所述缓冲箱中圆台形防护板设置为中空圆台形结构,圆台形防护板横置架设在回收筒体的前防护板和后防护板之间,圆台形防护板的下底面和前防护板连接,圆台形防护板的上底面和后防护板连接。

[0030] 本发明的有益效果为:

[0031] 本申请采用氢氧爆轰来代替火药作为驱动能源的爆轰驱动二级轻气炮技术,克服了传统的轻气炮采用火药作为驱动能源,存在火药分子质量大、声速低、产物有毒、运输和存储受限等缺点,本发明中的技术是一种廉价、无需火工品、环境友好型轻气炮驱动技术。另外相比于火药燃烧产物的颗粒,氢氧爆轰产物为水,易于管体清洁和维护,也有利于测试仓中光学系统的保护,爆轰驱动相比于固体发射药具有更高的效率。

附图说明

[0032] 图1为本发明的整体结构示意图。

[0033] 图2为本发明中二级轻气炮示意图。

[0034] 图3为本发明中活塞的结构示意图。

[0035] 图4为本发明中膜片的结构示意图。

[0036] 图5为本发明中夹膜机的结构示意图。

[0037] 图6为图5中A向结构示意图。

[0038] 图7为图5中P向局部结构示意图。

[0039] 图8为图5中Q向局部结构示意图。

[0040] 图9为本发明中缓冲箱的结构示意图。

- [0041] 图10为本发明中轴向运动密封装置的局部整体结构示意图。
- [0042] 图11为本发明中密封组件的结构示意图。
- [0043] 图12为图11中A局部放大示意图。
- [0044] 图13为本发明中调心支架的正视图。
- [0045] 图14为本发明中调心支架的侧视图。
- [0046] 图15为质量约1kg的活塞对应的爆轰和高压气体驱动速度比较图；
- [0047] 其中,1、氢氧充气系统;2、点火管;3、行程机构;4、爆轰管;5、静态压力计;6、动态压力计;7、夹膜机;8、活塞;9、压缩管;10、测速压力传感器a;11、高压室;12、膜片a;13、弹丸;14、发射管;15、测速压力传感器b;16、观察口;17、测试仓;18、缓冲箱;19、真空泵;20、膜片b;21、凹陷腔;22、活塞头件;23、配重件;24、活塞尾件;25、爆轰空腔;26、十字槽;27、轨道;28、支撑小车;29、行走油缸;30、调心支架;31、密封组件;32、密封圈;33、压紧法兰;34、过渡法兰;35、测试仓法兰;36、密封压套;37、O型圈a;38、黄铜密封环a;39、黄铜密封环b;40、O型圈b;
- [0048] J-1、锯齿螺杆;J-2、底板;J-3、锯齿螺母;J-4、前夹膜环;J-5、上盖;J-6、后夹膜环;J-7、防烧蚀挡环;J-8、膜片;J-9、接管;J-10、引爆管;J-11、锯齿螺母座;J-12、转轴;J-13、推拉杆;J-14、油缸;J-15、前止动座;J-16、后止动座;J-17、止动键套;
- [0049] H-1、前方护板;H-2、圆台形防护板;H-3、回收筒体;H-4、筒体支撑车;H-5、螺旋钢屑;H-6、法兰封头;H-7、后防护板;H-8、导轨;
- [0050] L-1、U型支架;L-2、滚轮;L-3、螺杆套筒;L-4、调心螺杆;L-5、方形盖;L-6、滚轮轴;L-7、手轮;L-8、销;L-9、锁紧螺栓;L-10、环形架;L-11、滚轮架。

具体实施方式

- [0051] 下面结合附图进一步说明本发明。
- [0052] 如图15所示,在验证爆轰驱动能力的时候,爆轰和高压气体驱动约1kg重活塞的对比实验结果表明:
- [0053] 重活塞情况下,1MPa爆轰驱动效果 \geq 10MPa高压气体,证实爆轰驱动技术可解决驱动能力问题,爆轰驱动能力相当于高压气体的10倍,本发明通过实验解决了气体爆轰驱动活塞效率、安全与稳定性的关键问题。
- [0054] 气体爆轰驱动原理应用于二级轻气炮,是超高速发射新技术;提供超高速发射与稀薄气体环境结合的新试验条件,除超高速飞行气动研究外,在航天器安全(微流星、空间碎片撞击)、核安全、冲击动力学、超高压物理、天体物理等学科具有广泛应用前景。
- [0055] 本发明研发了基于气体爆轰驱动原理的二级轻气炮超高速发射技术,以及模拟稀薄气体环境下超高速自由飞行测试的试验技术。
- [0056] 实施例1
- [0057] 如图1和图2所示,一种气体爆轰驱动超高速发射系统,包括氢氧充气系统1、发射主体、测试仓17、缓冲箱18和真空系统,
- [0058] 所述发射主体设置为爆轰二级轻气炮机构,第一级采用正向爆轰的方式控制冲击波在爆轰管4左端的壁面和活塞8尾部壁面之间的区域来回震荡,通过高压气体推动活塞8运动,第二级通过活塞8的高速运动压缩轻质气体达到破膜压力之后,推动弹丸13运动;

[0059] 所述发射主体依次连接设置有爆轰管4、压缩管9、夹膜机7、发射管14,所述爆轰管4的前端设置有行程机构3,通过行程机构3控制行程;爆轰管4上分别设置有用于测量静态压力和动态压力的静态压力计5和动态压力计6;所述发射主体安装在导轨H-8上,导轨H-8固定安装在支撑架上;

[0060] 所述发射主体的前端连接氢氧充气系统1,发射主体的后端通过轴向运动密封装置和测试仓17连接,测试仓17和缓冲箱18连接,缓冲箱18连接真空系统;

[0061] 所述氢氧充气系统1包括氢氧气瓶,氢氧气瓶通过输气管路和爆轰管4直接连接,爆轰管4和点火管2相互连通,输气管路上设置有高压仪表,通过氢氧气瓶向爆轰管4内充气;

[0062] 所述真空系统包括真空泵19,真空泵19通过管路和缓冲箱18连接,管路上设置有真空计,通过真空泵19控制缓冲箱18内真空状态。

[0063] 通过发射主体用来将模型加速至预期速度;测试仓17用来模拟飞行环境条件,比如飞行高度;而测试仓17则测量模型的飞行参数及模型碰撞和靶板的损伤参数。

[0064] 发射主体的压缩管9上设置有测速压力传感器a10,发射管14上设置有测速压力传感器b15,测试仓17上设置有观察口16,测试仓17外基于纹影技术的超高速飞行测控系统关联测控系统设置为一个基于以太网的测量与控制系统,结合光电传感器、成像系统,实现对30m测量舱体的监测控制完成对目标飞行过程在各监测点的速度测试以及通过拍照实现飞行目标物的姿态、流场观测及整个实验过程的数据采集,具有自动运行、自检监测、安全连锁保护、过程回放等功能。

[0065] 本发明研制了用氢氧爆轰来代替火药作为驱动能源的爆轰驱动二级轻气炮技术。第一级采用正向爆轰的方式使冲击波在爆轰管4内和活塞8之间来回震荡推动活塞8运动,第二级则采用爆轰二级轻气炮机构,通过活塞8的高速运动压缩轻质气体达到膜片b20破膜压力之后,轻质气体推动弹丸13运动。

[0066] 使用爆轰二级轻气炮结构内弹道计算程序,并得到了初步的性能结果。

[0067] 计算参数为爆轰管4内压强为1.5-5.0MPa的氢氧爆轰气体以3:1混合,活塞8质量为10.6-15.44kg,压缩管9气体压力为为0.6-0.8MPa H₂,膜片b20破膜压力为75MPa,弹丸13质量为10-100g。其结果如图表1所示:

爆轰压力 (MPa)	压缩管压力 (MPa)	活塞质量 (kg)	弹丸质量 (g)	弹丸出口速度 (km/s)
1.5	0.8	10.625	21	2.937
1.5	0.8	15.44	100	1.459
5	0.6	12.5	10	7.167

[0069]	5	0.6	12.5	19	6.538
	2.2	0.6	10.56	24	4.195
	1.7	0.8	10.44	19	2.81
	3	0.8	10.44	19	3.748

[0070] 通过上表可知,爆轰压力1.5MPa-5MPa;压缩管9压力0.6MPa-0.8MPa;活塞8质量10.625kg-15.44kg;弹丸13质量10g-100g;弹丸13出口速度1.459km/s-7.167km/s。说明其爆轰驱动二级轻气炮的驱动能力不亚于传统火药。

[0071] 本发明提供的又一实施例,如图1和图2所示,所述发射主体依次包括爆轰管4、压缩管9、夹膜机7、发射管14,设备尺寸:爆轰管4:长9m,内径150mm;压缩管9:长26.36m,内径108mm;发射管14:长10.1m,内径30mm(16、25、45mm);测试仓17:长10+20m,内径1.8m;所述爆轰管4通过夹膜机7a和压缩管9连接,爆轰管4和压缩管9之间通过膜片a12间隔,压缩管9通过夹膜机7b和发射管14连接,压缩管9和发射管14之间通过膜片b20间隔,夹膜机7b的内部设置为高压室11。通过膜片a12和膜片b20将爆轰管4和压缩管9之间的初始气体隔开,保证爆轰管4的氢氧气体在充气时不泄露到压缩管9;而膜片b20的作用是保证轻质气体压力达到一定压力之前,这部分气体不向发射管14泄露。

[0072] 如图4所示,所述膜片a12和膜片b20均设置为圆形膜片结构,且沿着圆心开设为十字槽26或宽矩形槽。十字槽26采用60°片式铣刀加工,也可加工成1.5mm宽矩形槽。

[0073] 膜片a12和膜片b20分别设置在活塞8后面和弹丸13后面,第一个膜片a12靠爆轰波冲击破开后,活塞8向前运动;第二个膜片b20在轻质气体达到一定压力后破开,弹丸13向前运动。

[0074] 本发明中的爆轰二级轻气炮机构的工作原理如下:第一级内的储能气体推动活塞8压缩第二级里的轻质气体(分子质量小的气体,如氢气或氦气),第二级的轻质气体再加速弹丸13。通常用火药的火药燃烧气体作为第一级的驱动气体,当火药产生的压力超过某一压力值时,膜片a12破裂,大质量的活塞8以较低的平稳的速度压缩压缩管9内预先冲入的轻质气体,使其压力和温度不断上升。当压缩管9内膜片b20左端压力达到某预定值时,该膜片破裂,高压气体驱动弹丸13开始运动。在弹丸13加速运动过程中,活塞8仍然不断地向轻质气体传递能量。特别是由塑性材料(高压聚乙烯)支撑的活塞8进入高压段的锥形段时,其头部速度明显提高,使得作用到弹丸13底部的气体压力有一短暂的等底压阶段。弹丸13在该短暂平台压力作用下以均加速方式获得高速度。当弹丸13进一步提高后,后部活塞8挤进程度有所下降,直到停止。弹丸13在发射管14内以一级气体炮的方式继续加速,直到飞出炮口。

[0075] 本发明提供的又一实施例,如图3所示,以往活塞8的设计一般只实现二级炮高压段和压缩段间的密封以及速度限制的考虑,没有从活塞8本身结构的考虑去满足速度的精细测量,而活塞8的速度参数对于分析和优化轻气炮的性能十分重要。

[0076] 本发明的压缩管9内设置有活塞8本体,所述活塞8本体包括活塞头件22、配重件23、活塞尾件24,所述活塞头件22和配重件23连接,配重件23远离活塞头件22的端部连接有

活塞尾件24；

[0077] 所述活塞头件22和活塞尾件24上分别设置有凹陷腔21,凹陷腔21的直径小于运动活塞8本体的管体内径;活塞8本体上b、c、d点处的凹陷腔21结构是满足速度测量的关键,不同外径尺寸的变化满足传感器感受压力的压缩或膨胀,实现活塞8速度的测量;同时活塞8b、c、d点的直径小于运动活塞8的管体内径,起到降低活塞8和管体摩擦的功效;

[0078] 所述活塞尾件24的自由端部设置为锥形结构,且其自由端部的直径大于运动活塞8的管体内径;活塞尾件24左侧最用锥形结构,且最左侧直径比运动管体内径大(0.5-0.9mm),满足高压情况下高压气室和压缩管9间的气体密封;

[0079] 所述配重件23通过螺纹结构分别与活塞头件22、活塞尾件24连接,螺纹结构设置为等腰梯形的螺纹牙型。在动态冲击作用下,避免活塞头件22和配重件23及活塞尾件24的分离。

[0080] 所述活塞8本体中远离配重件23侧的活塞尾件24的端部内设置有爆轰空腔25;靠近配重件23侧的爆轰空腔25的端部的径向长度小于远离配重件23侧的爆轰空腔25的端部的径向长度。

[0081] 爆轰空腔25为爆轰气体的作用面,靠近配重件23侧的爆轰空腔25的端部的径向长度小于远离配重件23侧的爆轰空腔25的端部的径向长度,辅助实现爆轰过程中高速释放能量。爆轰高压气体作用于爆轰空腔25后,使得活塞尾件24与活塞8本体所在的压缩管9之间的配合更紧。

[0082] 本发明提供的又一实施例,如图5、图6、图7、图8所示,所述夹膜机7设置有锯齿螺杆J-1、锯齿螺母J-3、夹膜机7构、上盖J-5和止动机构,

[0083] 所述锯齿螺杆J-1和锯齿螺母J-3,锯齿螺母J-3通过螺纹套设在锯齿螺杆J-1外侧,锯齿螺杆J-1内部形成高压室11,高压室11内设置有引爆管J-10,锯齿螺母J-3安装在锯齿螺母座J-11上,支撑座的底部设置有底板J-2;

[0084] 所述夹膜机7自前向后分别设置有前夹膜环J-4和后夹膜环J-6,前夹膜环J-4和后夹膜环J-6之间夹设膜片J-8,前夹膜环J-4和后夹膜环J-6的两外侧设置有防烧蚀挡环J-7;

[0085] 所述止动机构自前向后分别设置有前止动座J-15和后止动座J-16,后止动座J-16和止动键套J-17相互卡合;

[0086] 所述上盖J-5通过转轴J-12活动安装在支撑座上,转轴J-12端部设置有推拉杆J-13,推拉杆J-13和油缸J-14连接,通过油缸J-14驱动推拉杆J-13带动上盖J-5启闭。

[0087] 夹膜机7采用的锯齿螺杆J-1和锯齿螺母J-3相互配的特殊结构设计,保证了高压室11的结构强度,可充分适用于冲击波的回震荡驱动,并且按照炮体最高性能发射时,弹丸13底部承受压力极高,计算值可超过1GPa,充分满足了设计需求。

[0088] 本发明提供的又一实施例,如图9所示,所述缓冲箱18包括回收筒体H-3、筒体支撑车H-4和导轨H-8,所述回收筒体H-3通过筒体支撑车H-4活动安装在导轨H-8上,通过筒体支撑车H-4和导轨H-8前后移动回收筒体H-3,所述筒体的前端、后端依次分别设置有前防护板、后防护板H-7,前防护板的中心位置开设中心孔,前防护板和后防护板H-7之间设置有圆台形防护板H-2,回收筒体H-3内前防护板、后防护板H-7形成的腔体填充螺旋钢屑H-5,回收筒体H-3的前端自由端部通过法兰和试验段接管J-9连接,回收筒体H-3的后端尾部设置有法兰封头H-6。

[0089] 在对弹丸13超高速发射的研究过程中,为了得到更大的弹丸13速度,通常要在接近真空环境下进行发射。因此常用超高速发射装置与真空舱连接后进行试验,应实验设备场地的要求,弹丸13的回收舱放置在真空舱内部。由于真空舱的长度与成本成正比,因此弹丸13及碎片回收舱的长度不宜过长。上述结构设计,通过在回收舱充填螺旋钢屑H-5和布置圆锥形钢板,利用多孔和高密度的压实螺旋钢屑H-5的冲击吸能特性实现超高速弹丸13/模型的短距离回收。

[0090] 如图9所示,测试仓17的弹丸13自轻气炮实验装置飞入缓冲箱18,通过前方防护板H-1的中心孔处,撞入螺旋钢屑H-5,由于压实螺旋钢屑H-5的高密度和多孔性,高速运动的弹丸13和模型飞入其中会产生急剧的温升从而将动能转化为变形能和热能。后防护板H-7不仅可以封装螺旋钢屑H-5,还能防止法兰封头H-6受到损坏。

[0091] 所述缓冲箱18中圆台形防护板H-2设置为中空圆台形结构,圆台形防护板H-2横置架设在回收筒体H-3的前防护板和后防护板H-7之间,圆台形防护板H-2的下底面和前防护板连接,圆台形防护板H-2的上底面和后防护板H-7连接。

[0092] 如图9所示,圆台形防护板H-2设置为中空圆台形结构,圆台形防护板H-2横置架设在回收筒体H-3的前防护板和后防护板H-7之间,圆台形防护板H-2的下底面和前防护板连接,圆台形防护板H-2的上底面和后防护板H-7连接。圆台形防护板H-2和后防护板H-7相连接的上底面面积小于圆台形防护板H-2和前防护板相连接的下底面面积。圆台形防护板H-2是为了防止高密度和超高速弹丸13由于弹托分离而产生的方向偏转斜射入筒体中对筒壁产生损坏而设置,不仅可以防止筒壁损坏,还能将偏离的弹丸13向中心线偏折,修正弹丸13的回收轨迹。

[0093] 本发明提供的又一实施例,如图10所示,高压作用下,发射管14主管体会存在轴向的运动,发射管14和测试仓17之间采用滑动连接及滑动连接密封,因此,还设置有轴向运动密封装置,轴向运动密封装置包括发射管14、发射管14行走结构、调心支架30和测试仓17,发射管14通过发射管14行走结构及调心支架30支撑;所述发射管14行走结构包括轨道27、支撑小车28和行走油缸29,轨道27沿着直线横置架设,支撑小车28卡合在轨道27上,支撑小车28和行走油缸29连接,通过行走油缸29带动支撑小车28沿着轨道27行走;所述调心支架30固定安装在轨道27上,发射管14水平横置依次贯穿支撑小车28、调心支架30与测试仓17连接,通过支撑小车28和调心支架30控制发射管14与测试仓17的同心度。

[0094] 本发明提供的又一实施例,如图11和图12所示,所述发射管14与测试仓17之间设置有密封组件31,密封组件31包括测试仓法兰35、过渡法兰34、压紧法兰33,所述测试仓法兰35、过渡法兰34、压紧法兰33的内径依次变小,测试仓法兰35与测试仓17连接,压紧法兰33和过渡法兰34分别与发射管14连接,测试仓法兰35和过渡法兰34之间通过螺栓固定,且二者之间嵌设有密封圈32;过渡法兰34和压紧法兰33通过螺栓固定,在过渡法兰34和压紧法兰33之间的缝隙处安装密封压套36、O型圈a37、黄铜密封环a38、黄铜密封环b39、O型圈b40,所述密封压套36选用黄铜材料设置为直口结构;所述O型圈a37和O型圈b40均设置为氟橡胶O型圈结构;黄铜密封环a38的外侧设置斜角,黄铜密封环b39的外侧设置斜角,发射管14在轴向方向运动时,通过挤压密封件实现动态条件下的密封。

[0095] 当管体向发射管14上游移动时,位于内侧的O型圈b40挤压变形,与其接触的黄铜密封环b39斜口开口方向与管体移动方向相同,保证了O型圈b40足够的变形量,从而实现动

态密封;同样的,当管体向下游移动,位于外侧的O型圈a37和与其接触的黄铜密封环a38共同作用,黄铜密封环a38斜口方向与管体移动方向相同,同样实现了动态密封;位于最外侧的密封压套36同样选用黄铜材料,密封压套36采用直口设计,在保证压紧作用的条件下,同时兼具一定的变形量用以保证密封效果。

[0096] 在上述实施例的基础上,不同于上述实施例的又一实施例,调心支架30如附图13和图14所示,所述调心支架30的上端部设置有与发射管14通心的环形架L-10,调心支架30的下端部设置为U型支架L-1,U型支架L-1的底端面设置为平面且与轨道27直接接触。

[0097] 调心支架30的上端的环形架L-10的上下左右各设置有一个相同的调节机构,调节机构包括手轮L-7、调心螺杆L-4、螺杆套筒L-3、滚轮轴L-6及滚轮L-2,螺杆套筒L-3固定设置在环形架L-10上,螺杆套筒L-3的外端口处设置有方形盖L-5,方形盖L-5和螺杆套筒L-3之间通过沉头螺钉固定,调心螺杆L-4嵌设于螺杆套筒L-3内,调心螺杆L-4延伸至环形架L-10内部的内端部和滚轮架L-11连接,滚轮架L-11的内、外侧壁分别通过螺纹和调心螺杆L-4、螺杆套筒L-3连接,滚轮架L-11和调心螺杆L-4相互套接的基部设置为中空圆筒体结构,其内径和调心螺杆L-4的外径相互适配,其外径和螺杆套筒L-3的内径相互适配;滚轮架L-11的自由端部通过滚轮轴L-6安装滚轮L-2,滚轮L-2抵靠在发射管14的外侧壁上,调心螺杆L-4的外端部通过销L-8贯穿方形盖L-5且和手轮L-7连接,通过手轮L-7调节控制发射管14上下左右四个方向的滚轮L-2的位置移动,螺杆套筒L-3上设置有锁紧螺栓L-9,调节完毕后通过锁紧螺栓L-9固定滚轮L-2的位置保持不变;试验过程中发射管14前后小幅度移动时,四个滚轮L-2可确保管体移动时调心支架30位置保持不变,既能起到支撑作用,又兼顾了管体移动的需求。

[0098] 以上所述并非是对本发明的限制,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明实质范围的前提下,还可以做出若干变化、改型、添加或替换,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

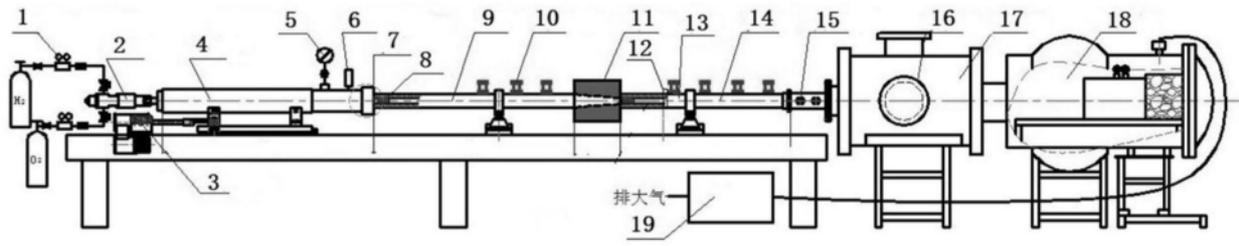


图1

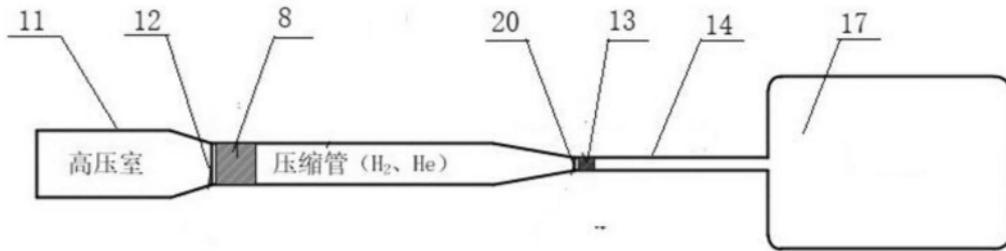


图2

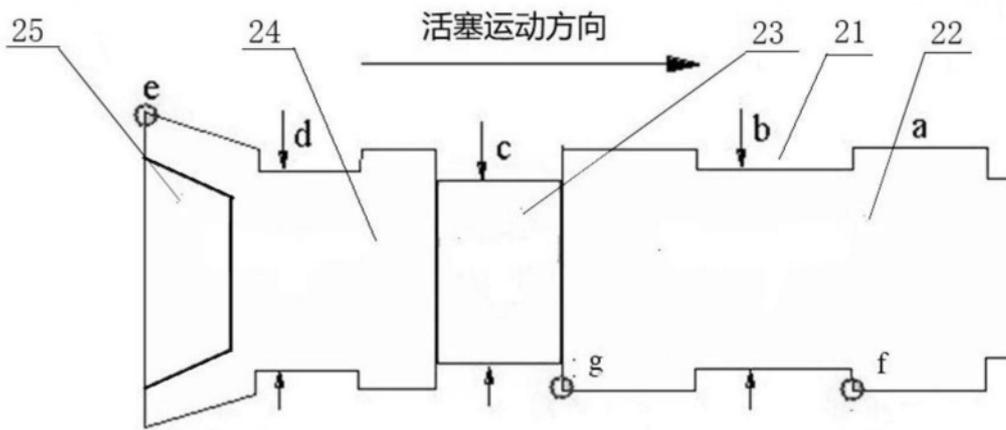


图3

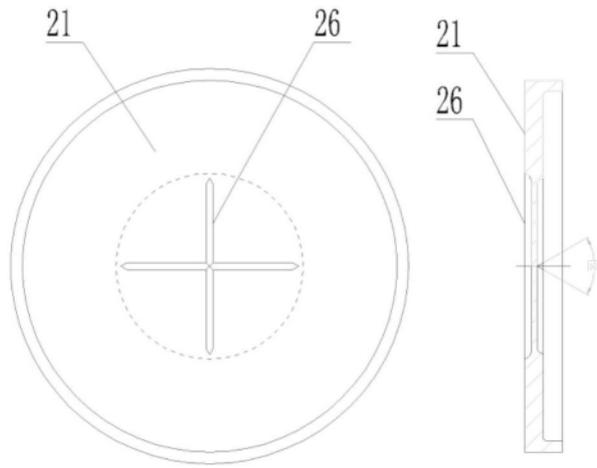


图4

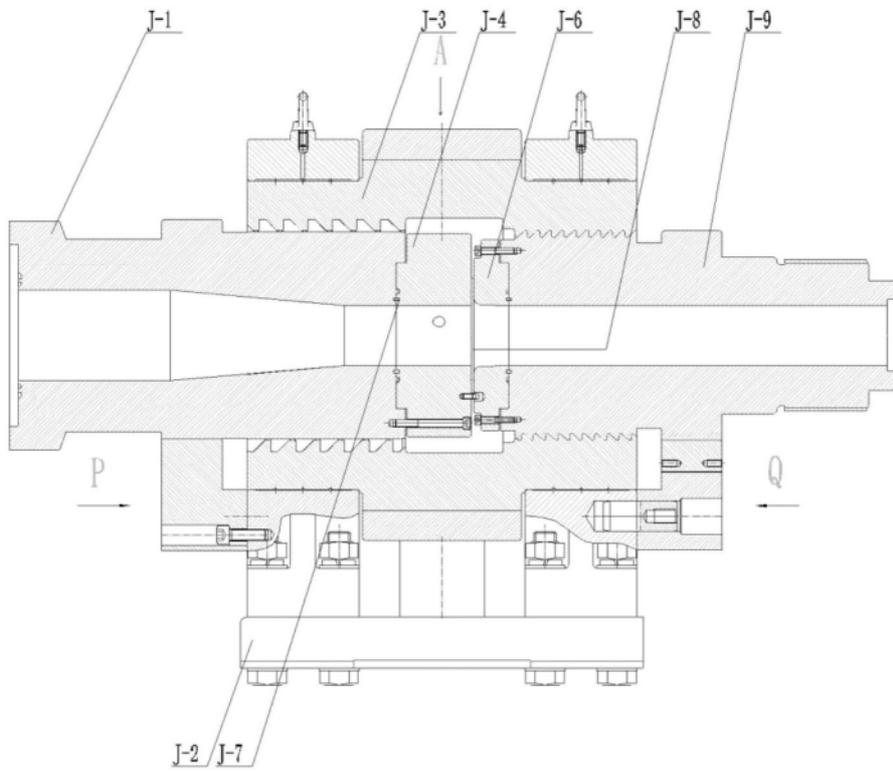


图5

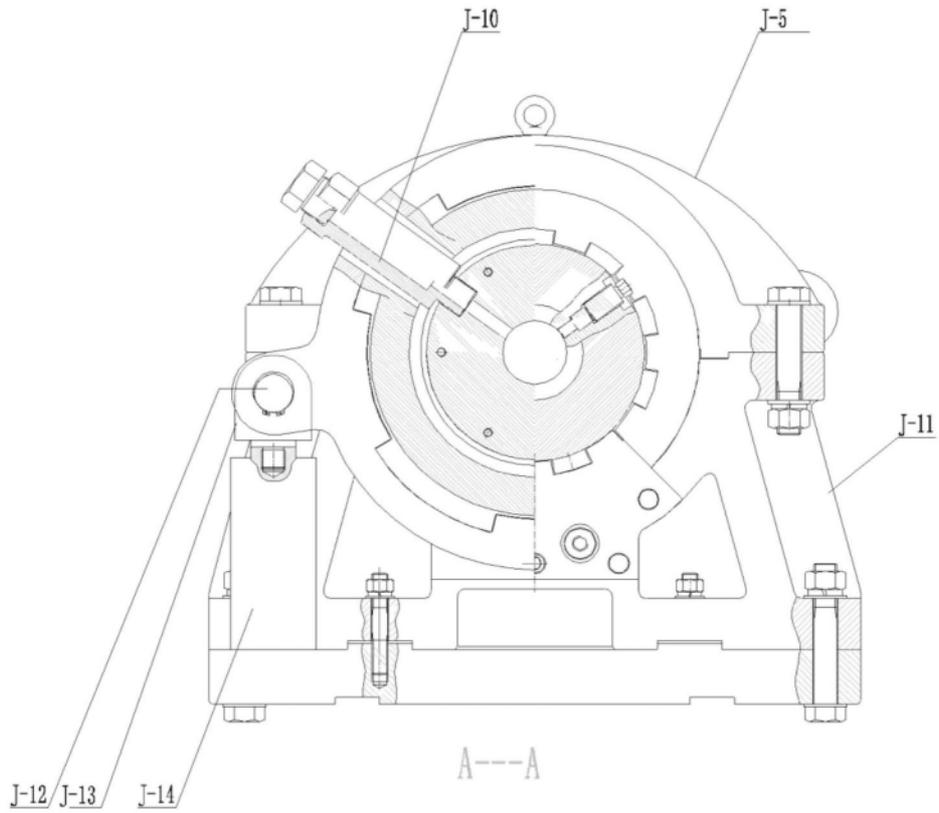


图6

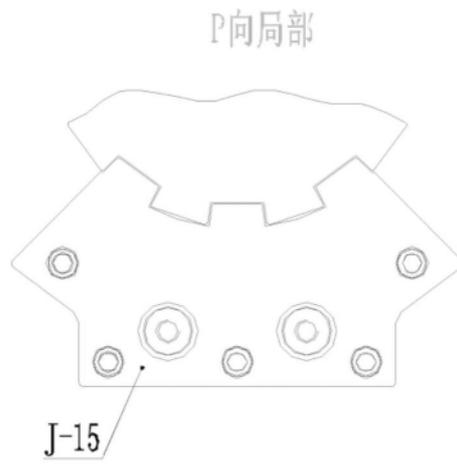


图7

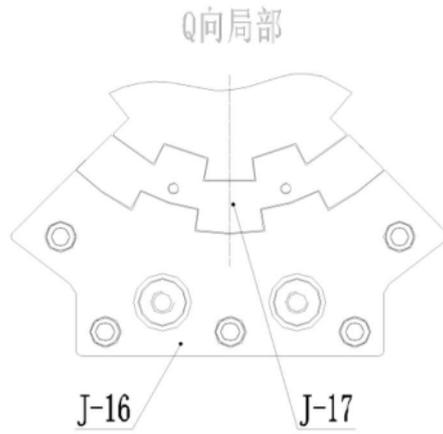


图8

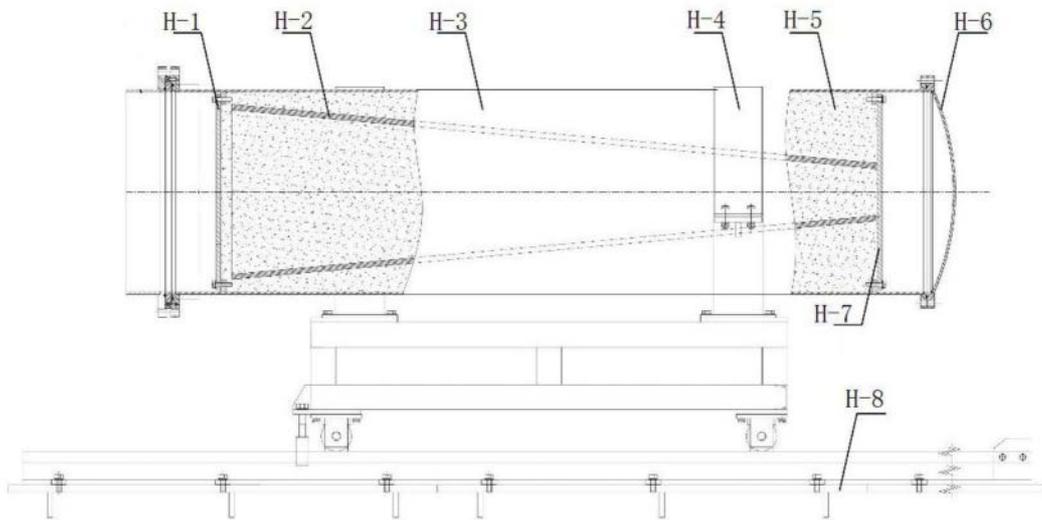


图9

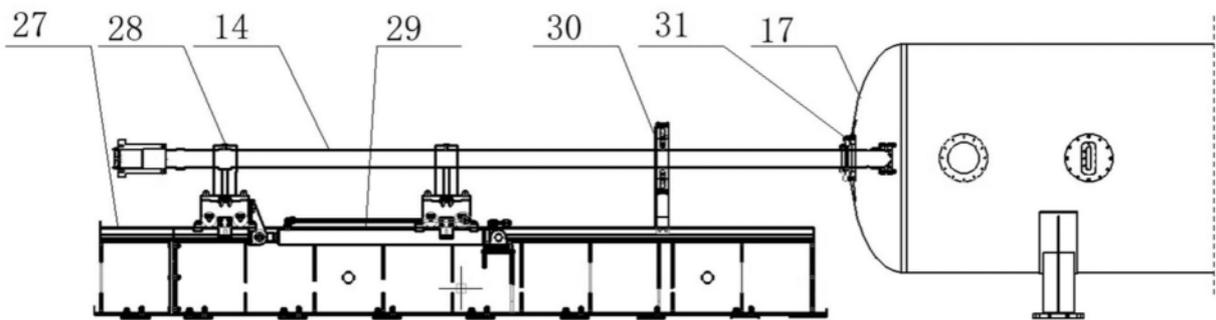


图10

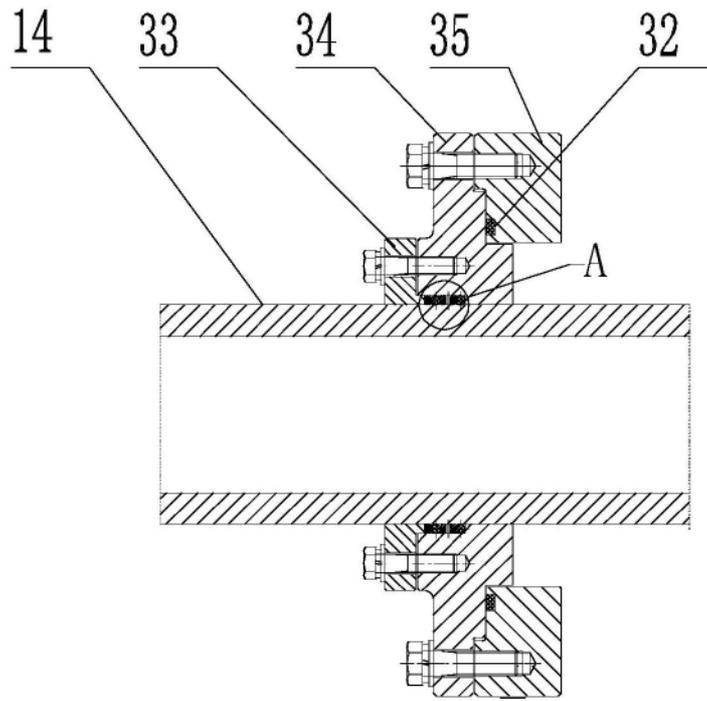


图11

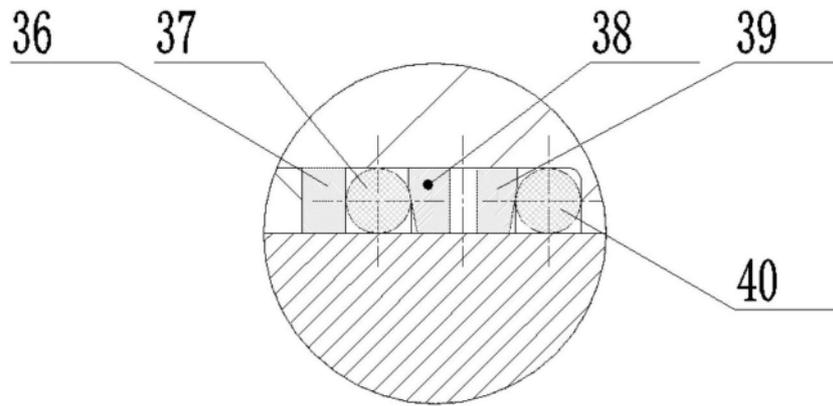


图12

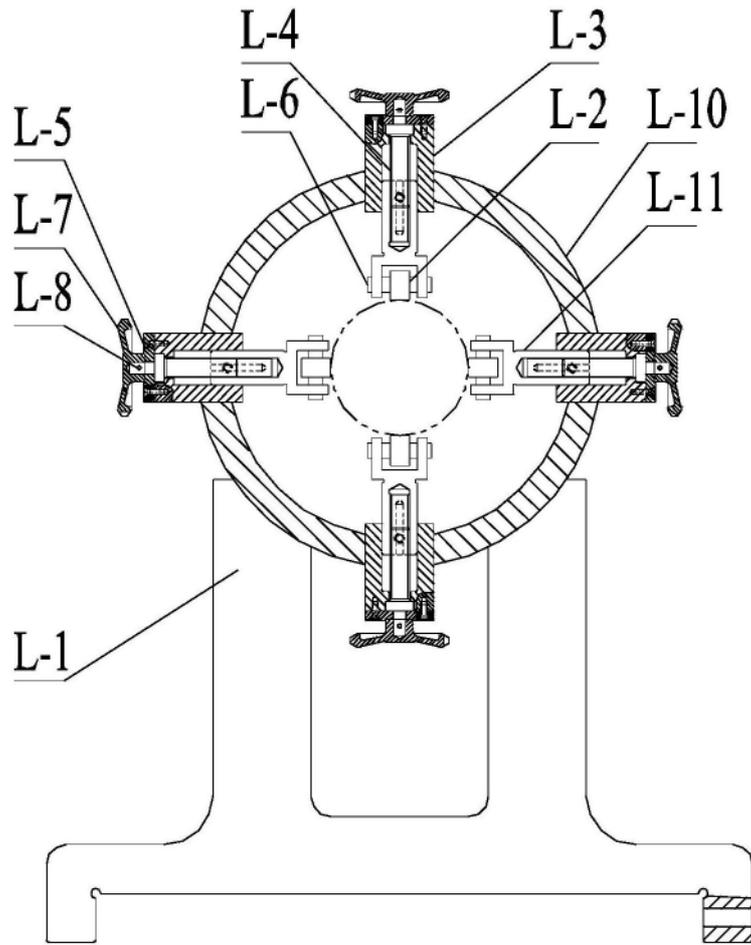


图13

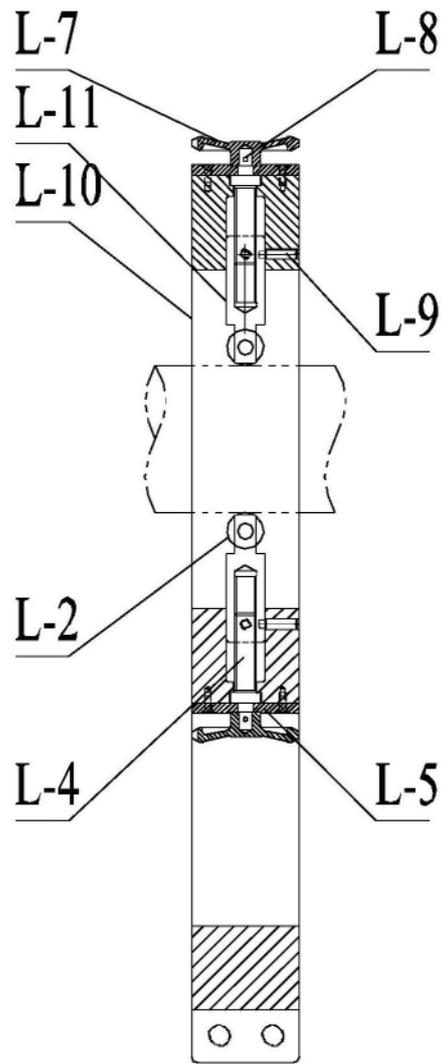


图14

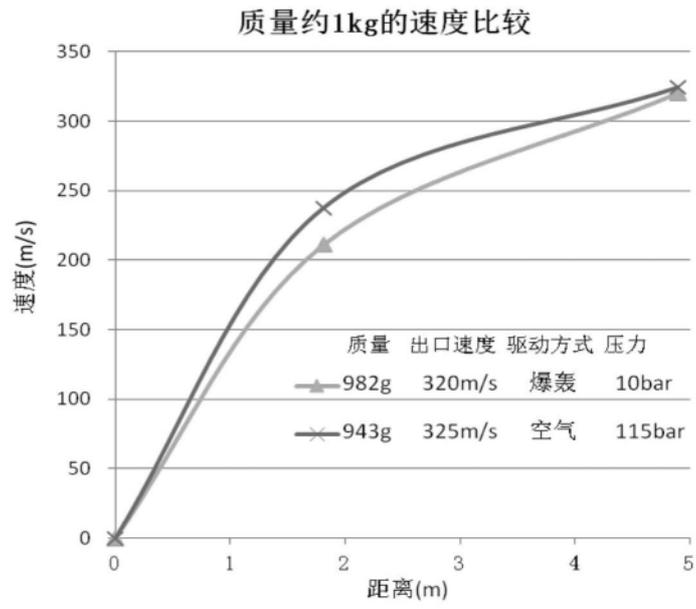


图15