



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204900967 U

(45) 授权公告日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201520580497. 9

(22) 申请日 2015. 08. 04

(73) 专利权人 北京精密机电控制设备研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路 1 号

专利权人 中国运载火箭技术研究院

(72) 发明人 成兆义 韦贯举 马晓琛 李建明

杨绪钊 陈安平 邓涛 杨俊

周巍峰

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 范晓毅

(51) Int. Cl.

F16K 17/20(2006. 01)

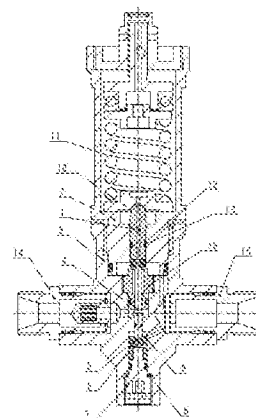
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀

(57) 摘要

本实用新型涉及一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀,包括溢流座、上阀体、下阀体、阀芯、调压弹簧支座、调压弹簧、气体进、出口接管嘴、和阀座,其中上阀体与下阀体连接,两者之间形成敏感腔,阀芯的下阀柱插入下阀体的阀芯孔中,形成活动密封配合,阀芯的上阀柱插入阀座内孔,两者间的间隙形成气流通道;溢流座与上阀体的溢流座孔形成活动密封配合;溢流座下端设有嵌入式密封垫,密封垫为下端带有锥角的圆柱结构,锥角为 10° ~ 25° ;阀芯表面设有保护层,保护层厚度为 0.003mm ~ 0.03mm ,该减压阀具有可靠优异的对外密封性能,且阀芯的预开度与总行程满足合理的设计值,减压阀的建压响应时间控制在 0.5s 以内,此外大大增加了减压阀工作的高可靠性。



1. 一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀, 包括溢流座 (1)、上阀体 (2)、下阀体 (3)、阀芯 (4)、调压弹簧支座 (10)、调压弹簧 (11)、保护挡圈 (12)、密封圈 (13) 和阀座 (16), 其中上阀体 (2) 与下阀体 (3) 连接, 两者之间形成敏感腔, 溢流座 (1) 上端与调压弹簧支座 (10) 接触, 下端与阀芯 (4) 接触, 调压弹簧 (11) 设置在调压弹簧支座 (10) 上, 阀座 (16) 与下阀体 (3) 连接, 其特征在于: 阀芯 (4) 的下阀柱插入下阀体 (3) 的阀芯孔中, 形成活动密封配合, 阀芯 (4) 的上阀柱插入阀座 (16) 内孔, 两者间的间隙形成气流通道; 溢流座 (1) 与上阀体 (2) 的溢流座孔形成活动密封配合, 密封配合处设有密封圈 (13) 和保护挡圈 (12); 溢流座 (1) 下端设有嵌入式密封垫 (22), 所述密封垫 (22) 为下端带有锥角的圆柱结构, 所述锥角为 10° ~ 25° ; 所述阀芯 (5) 表面设有保护层 (24), 保护层 (24) 厚度为 0.003mm ~ 0.03mm 。

2. 根据权利要求 1 所述的一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀, 其特征在于: 所述溢流座 (1) 中间设有通气孔 (23), 通气孔 (23) 与溢流座 (1) 外圆同轴度取值为 $\phi 0.005\text{mm}$ ~ $\phi 0.04\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀, 其特征在于: 所述溢流座 (1) 与上阀体 (2) 的溢流座孔形成活动密封的配合间隙为 0.005mm ~ 0.06mm 。

4. 根据权利要求 1 所述的一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀, 其特征在于: 所述阀芯 (4) 下阀柱与下阀体 (3) 为活动密封配合, 配合间隙取值为 0.0015mm ~ 0.06mm 。

5. 根据权利要求 1 或 4 所述的一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀, 其特征在于: 所述下阀体 (3) 内孔棱边处设计圆角, 并去除毛刺, 防止阀芯 (4) 在下阀体 (3) 内孔中高频率往复运动时出现卡滞; 所述圆角的半径 R 取值为 0.1 ~ 0.5mm 。

6. 根据权利要求 1 所述的一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀, 其特征在于: 所述阀芯 (4) 表面保护层 (24) 的表面硬度为 500 ~ 1000HV 。

7. 根据权利要求 1 所述的一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀, 其特征在于: 还包括复位调节螺塞 (7), 所述复位调节螺塞 (7) 与下阀体 (3) 螺纹连接, 两者之间设有调整垫片 (8), 通过选用不同厚度的调整垫片 (8) 改变阀芯 (4) 的最大行程。

8. 根据权利要求 1 所述的一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀, 其特征在于: 所述阀芯 (4) 的上阀柱顶端与溢流座 (1) 接触形成密封。

一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀,特别是涉及一种运载火箭推力矢量控制系统用高压大流量气体减压阀。

背景技术

[0002] 目前,国外在挤压式伺服系统领域的技术发展情况如下:

[0003] 国外伺服产品中提出了一种以单纯的依靠高压气体挤压液压油产生高压油液为伺服作动器提供液压能源的液压伺服系统,根据挤压式伺服系统的方案,高压气瓶输出的高压氦气经高压减压阀调节后,为系统提供所需的额定工作压力。减压阀是挤压能源中重要的控制调节元件,它不仅起到降压的作用还要起到稳压的作用,确保气体功率转换的平稳,是确保该方案成功的关键元件。国外的高压减压阀中能够达到挤压式伺服系统需要的输出压力和流量的产品很少,即使有能够达到的,密封性能和可靠性也无法满足航天飞行的要求。

[0004] 国内在减压阀方面的技术发展情况如下:

[0005] 目前,国内减压阀输出功率较低,响应时间长,无法满足挤压式伺服系统高功率、快响应的需求;产品结构复杂,可靠性低,无法满足挤压式伺服系统高可靠性的要求;另外,国内减压阀的密封结构无法满足挤压式伺服系统高密封性的要求。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于克服现有技术的上述不足,提供一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀,该减压阀具有可靠优异的对外密封性能,且阀芯的预开度与总行程满足合理的设计值,减压阀的建压响应时间控制在 0.5s 以内,此外大大增加了减压阀工作的高可靠性。

[0007] 本实用新型的上述目的主要是通过如下技术方案予以实现的:

[0008] 一种阀芯行程可调节的高可靠减压阀,包括溢流座、上阀体、下阀体、阀芯、调压弹簧支座、调压弹簧、保护挡圈、密封圈和阀座,其中上阀体与下阀体连接,两者之间形成敏感腔,溢流座上端与调压弹簧支座接触,下端与阀芯接触,调压弹簧设置在调压弹簧支座上,阀座与下阀体连接,其特征在于:阀芯的下阀柱插入下阀体的阀芯孔中,形成活动密封配合,阀芯的上阀柱插入阀座内孔,两者间的间隙形成气流通道;溢流座与上阀体的溢流座孔形成活动密封配合,密封配合处设有密封圈和保护挡圈;溢流座下端设有嵌入式密封垫,所述密封垫为下端带有锥角的圆柱结构,所述锥角为 10° ~ 25° ;所述阀芯表面设有保护层,保护层厚度为 0.003mm ~ 0.03mm 。

[0009] 在上述阀芯行程可调节的高可靠减压阀中,溢流座中间设有通气孔,通气孔与溢流座外圆同轴度取值为 $\phi 0.005\text{mm}$ ~ $\phi 0.04\text{mm}$ 。

[0010] 在上述阀芯行程可调节的高可靠减压阀中,溢流座与上阀体的溢流座孔形成活动密封的配合间隙为 0.005mm ~ 0.06mm 。

[0011] 在上述阀芯行程可调节的高可靠减压阀中,阀芯下阀柱与下阀体为活动密封配合,配合间隙取值为 $0.0015\text{mm} \sim 0.06\text{mm}$ 。

[0012] 在上述阀芯行程可调节的高可靠减压阀中,下阀体内孔棱边处设计圆角,并去除毛刺,防止阀芯在下阀体内孔中高频往复运动时出现卡滞;所述圆角的半径 R 取值为 $0.1 \sim 0.5\text{mm}$ 。

[0013] 在上述阀芯行程可调节的高可靠减压阀中,阀芯表面保护层的表面硬度为 $500 \sim 1000\text{HV}$ 。

[0014] 在上述阀芯行程可调节的高可靠减压阀中,还包括复位调节螺塞,所述复位调节螺塞与下阀体螺纹连接,两者之间设有调整垫片,通过选用不同厚度的调整垫片改变阀芯的最大行程。

[0015] 在上述阀芯行程可调节的高可靠减压阀中,阀芯的上阀柱顶端与溢流座接触形成密封。

[0016] 本实用新型与现有技术相比具有如下有益效果:

[0017] (1)、本实用新型减压阀阀芯与下阀体内孔为间隙配合,通过密封圈保证可靠动密封,适当降低配合间隙,减小密封圈的压缩量,既能保证密封,又能减小密封圈磨损;本实用新型通过大量试验对阀芯与下阀体配合结构进行优化设计,在阀芯表面设置保护层,保护层厚度为 $0.003\text{mm} \sim 0.03\text{mm}$,硬度为 $500 \sim 1000\text{HV}$,显著提高了阀芯的耐磨性,避免卡死;在下阀体与阀芯配合的内孔末端进行倒圆角,并对角度进行优化设计,保证光滑过度,避免出现加工毛刺或锐边,克服了阀芯高频运动过程中磨损严重甚至卡死的缺陷,显著提高了阀芯的运动可靠度;

[0018] (2)、本实用新型减压阀中,在下阀体与复位调节支座连接处设置调整垫片,通过选择合适厚度的调整垫片,来保证阀芯的最大行程满足设计要求,最终保证减压阀的初始建压响应时间控制在 0.5s 以内;

[0019] (3)、本实用新型为了防止减压阀高压腔压力过高造成危险,上阀体内设计了溢流座,溢流座位置存在三处密封结构,其中两道为动密封,通过设计优化的非金属密封垫结构形式(例如溢流座下端设有的嵌入式密封垫)、设计合理的 O 型密封圈压缩量,保证了可靠的对外密封,在额定工作压力下,减压阀的内、外泄漏率优于 $1 \times 10^{-5} \text{Pam}^3/\text{s}$ 。

附图说明

[0020] 图 1 为本实用新型减压阀外形图;

[0021] 图 2 为本实用新型减压阀结构剖面图;

[0022] 图 3 为本实用新型溢流座剖视图;

[0023] 图 4 为本实用新型溢流座处高压密封结构;

[0024] 图 5 为本实用新型阀芯与下阀体配合局部结构图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作进一步详细的描述:

[0026] 如图 1 所示为本实用新型减压阀外形图,图 2 为本实用新型减压阀结构剖面图,该减压阀包括溢流座 1、上阀体 2、下阀体 3、阀芯 4、复位弹簧支座 5、复位弹簧 6、复位调节螺

塞 7、调整垫片 8、密封圈 9、调压弹簧支座 10、调压弹簧 11、保护挡圈 12、密封圈 13、气体进口接管嘴 14、气体出口接管嘴 15、阀座 16、溢流座壳体 21、聚酰亚胺密封垫 22、通气孔 23 和保护层 24。

[0027] 本实用新型减压阀的上阀体 2 与下阀体 3 通过螺纹连接,两者之间形成敏感腔;气体进口接管嘴 14、气体出口接管嘴 15 与下阀体 3 连接;上阀体 2 处设有溢流座 1、调压弹簧支座 10、调压弹簧 11,溢流座 1 与上阀体 2 的溢流座孔形成活动密封配合。

[0028] 溢流座 1 上端与调压弹簧支座 10 接触,调压弹簧 11 设置在调压弹簧支座 10 上,下端与阀芯 4 接触;阀座 16 与下阀体 3 通过螺纹连接,阀芯 4 的下阀柱插入下阀体 3 的阀芯孔中,并形成活动密封配合。阀芯 4 的上阀柱插入阀座 16 内孔,两者间有较大间隙,形成气流通道。阀芯 4 中间部位设有节流锥面,与阀座 16 内孔锐边配合形成节流边。阀芯 4 的上阀柱顶端与溢流座 1 接触形成密封,阀芯 4 的下阀柱与复位弹簧支座 5 接触,复位弹簧 6 上端与复位弹簧支座 5 连接,通过改变复位弹簧 6 的压缩量来调节阀芯 4 复位力。复位弹簧 6 下端与复位调节螺塞 7 接触。复位调节螺塞 7 与下阀体 3 螺纹连接,两者之间设有调整垫片 8,选用不同厚度的调整垫片 8 可改变阀芯 4 的最大行程,最终实现减压阀减压时间的调节,本实施例中调整垫片 8 的厚度为 1mm。

[0029] 如图 3 所示为本实用新型溢流座剖视图,由图可知溢流座 1 下端设有嵌入式聚酰亚胺密封垫 22,密封垫 22 为下端带有锥角的圆柱结构,锥角为 10° – 25° ,本实施例中为 24° (即密封垫 22 为圆柱与圆台的组合结构,圆台处的锥角为 10° – 25° ,本实施例中为 24°);采用滚压或者冲压工艺得到,防止脱出。溢流座 1 中间设有通气孔 23,通气孔 23 与溢流座 1 外圆同轴度取 $\phi 0.005\text{mm} \sim \phi 0.04\text{mm}$ 之间。

[0030] 如图 4 所示为本实用新型溢流座处高压密封结构,图 4 给出了溢流座 1 与上阀体 2、阀芯 4 的连接结构。图中共存在 3 处密封位置。密封部位 I 为溢流座 1 与上阀体 2 内孔形成活动密封,配合间隙取 $0.005\text{mm} \sim 0.06\text{mm}$ 之间,本实施例中为 $0.017\text{mm} \sim 0.029\text{mm}$ 。该处设有密封圈 13、保护挡圈 12。密封部位 II 为溢流座 1 的聚酰亚胺密封垫 22 与溢流座 2 金属壳体之间密封,该处密封垫 22 为下端带有锥角的圆柱结构,锥角为 10° – 20° ,加工溢流座 1 通气孔 23 之前,需用工装检测该处密封性。密封部位 III 为溢流座 2 的聚酰亚胺密封垫 22 与阀芯 4 顶端球面的密封,该处密封通过保证阀芯 4、溢流座 1 的安装同轴度来实现。

[0031] 如图 5 所示为本实用新型阀芯与下阀体配合局部结构图,图 5 给出了阀芯 4 与下阀体 3 的连接关系,阀芯 4 的下阀柱与下阀体 3 为活动密封配合,配合间隙取 $0.0015\text{mm} \sim 0.06\text{mm}$ 之间,本实施例中为 $0.012\text{mm} \sim 0.017\text{mm}$ 。减压阀工作时,阀芯 4 在下阀体 3 内孔中高频率往复运动,存在两处易发生卡滞的部位,且阀芯 4 容易发生磨损,降低寿命。为此,本发明针对易卡滞部位 I、II,将下阀体 3 内孔棱边处设计圆角半径 $R0.1 \sim R0.5\text{mm}$,并去除毛刺,本实施例中圆角半径 R 为 0.3mm。阀芯 4 表面设有保护层 24,保护层 24 厚度为 $0.003\text{mm} \sim 0.03\text{mm}$ 之间,本实施例中为 0.02mm。该保护层可以通过进行 QPQ 盐浴复合处理得到,保护层表面硬度为 $500 \sim 1000\text{HV}$,本实施例中为 $800 \sim 900\text{HV}$ 。

[0032] 如图 2 所示,本实用新型减压阀采用逆向卸荷原理。工作时,高压气体由接管嘴 14 进入下阀体 3,接着经过阀芯 4 和阀座 16 形成的狭窄通道,从而对气体产生节流作用,实现减压。减压后的气体进入上阀体 2、溢流座 1 和下阀体 3 形成的敏感腔,接着气体分为两路,一路通过下阀体 3 的斜孔进入复位弹簧 6 所在空腔,通过对阀芯 4 的作用,实现压力反馈,

调节阀芯 4 节流锥面与阀座 16 内孔锐边之间的开口；另一路通过接管嘴 15 流出减压阀。当敏感腔压力超过设定值时，溢流座 1 向上移动，并与阀芯 4 脱开接触。

[0033] 本实用新型中减压阀实测的初始建压响应时间为 0.1 ~ 0.5s 之间，减压阀的内、外泄漏率优于 $1 \times 10^{-5} \text{Pam}^3/\text{s}$ 。

[0034] 本实用新型阀芯行程可调的高可靠减压阀是针对某型号挤压式伺服系统而特别研制的，在入口气体压力高达 60MPa 并逐渐下降的情况下，出口稳定输出 $24 \pm 2 \text{MPa}$ 的压力。采用单级直动式定值减压方案的减压阀可应用于要求出口压力稳定，入口压力不断变化的工况，尤其适用于出口压力高的压力调节装置上。

[0035] 减压阀减压的原理是高压气体流过减压阀的阀芯与阀座之间形成的狭窄通道时，气体受到节流，从而引起压降。节流的压降取决于阀芯与阀座之间的开度，当出口流量一定时，开度越小，则压降越大，反之越小。若阀芯的全行程过大，则减压阀的初始建压稳定时间将变长。稳压的过程是作用在阀芯上力平衡调节的过程，此时阀芯高频运动，若阀芯与阀芯孔配合间隙设计不合理，阀芯孔末端没有圆滑过度，则极易造成阀芯卡死，导致失效。另外，溢流座处密封结构复杂，需设计合理的非金属密封垫的收口方式才能可靠保证对外密封。

[0036] 本实用新型减压阀具体采用了如下技术：

[0037] 1、阀芯行程调节技术

[0038] 在该型减压阀中，在下阀体 3 与复位调节螺塞 7 连接处设置调整垫片 8。通过选择合适厚度的调整垫片 8，来保证阀芯的最大行程满足设计要求，最终保证减压阀的初始建压响应时间控制在 0.5s 以内。

[0039] 2、阀芯防卡滞结构

[0040] 减压阀阀芯 4 与下阀体 3 内孔为间隙配合，通过密封圈来保证可靠动密封，适当降低配合间隙，减小密封圈的压缩量，既能保证密封，又能减小密封圈磨损；将阀芯 4 热处理硬度设计为 40-45HRC，阀芯 4 表面进行 QPQ 盐浴复合处理得到保护层，可提高阀芯 4 的耐磨性，避免卡死。下阀体 3 与阀芯 4 配合的内孔要保证足够的光洁度，并在孔末端进行倒圆角，保证光滑过度，避免出现加工毛刺或锐边，引起阀芯 4 卡死。最终提高阀芯 4 运动可靠度。

[0041] 3、高压动密封技术

[0042] 为了防止减压阀高压腔压力过高造成危险，上阀体 2 内设计了溢流座 1。溢流座位置存在三处密封结构，其中两道为动密封，聚酰亚胺非金属密封垫 22 压装如溢流座壳体 21，密封垫 22 为下端带有锥角的圆柱结构，锥角为 $10-25^\circ$ ，并检测密封性，来保证可靠密封。设计合理的密封圈 13 压缩量，保证了可靠的对外密封。在额定工作压力下，减压阀的内、外泄漏率优于 $1 \times 10^{-5} \text{Pam}^3/\text{s}$ 。

[0043] 本实用新型说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员的公知技术。

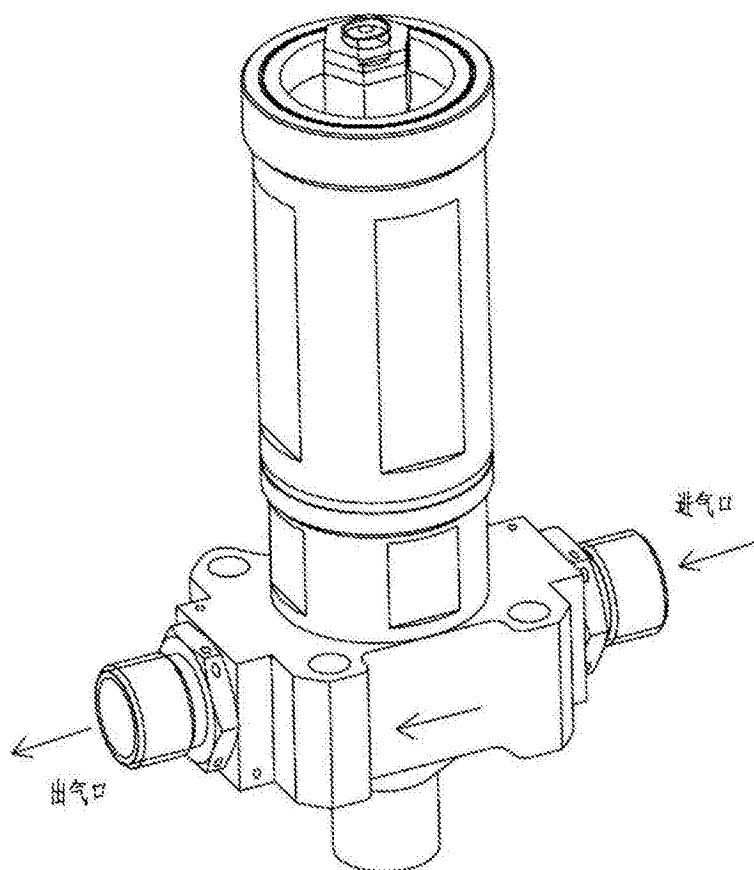


图 1

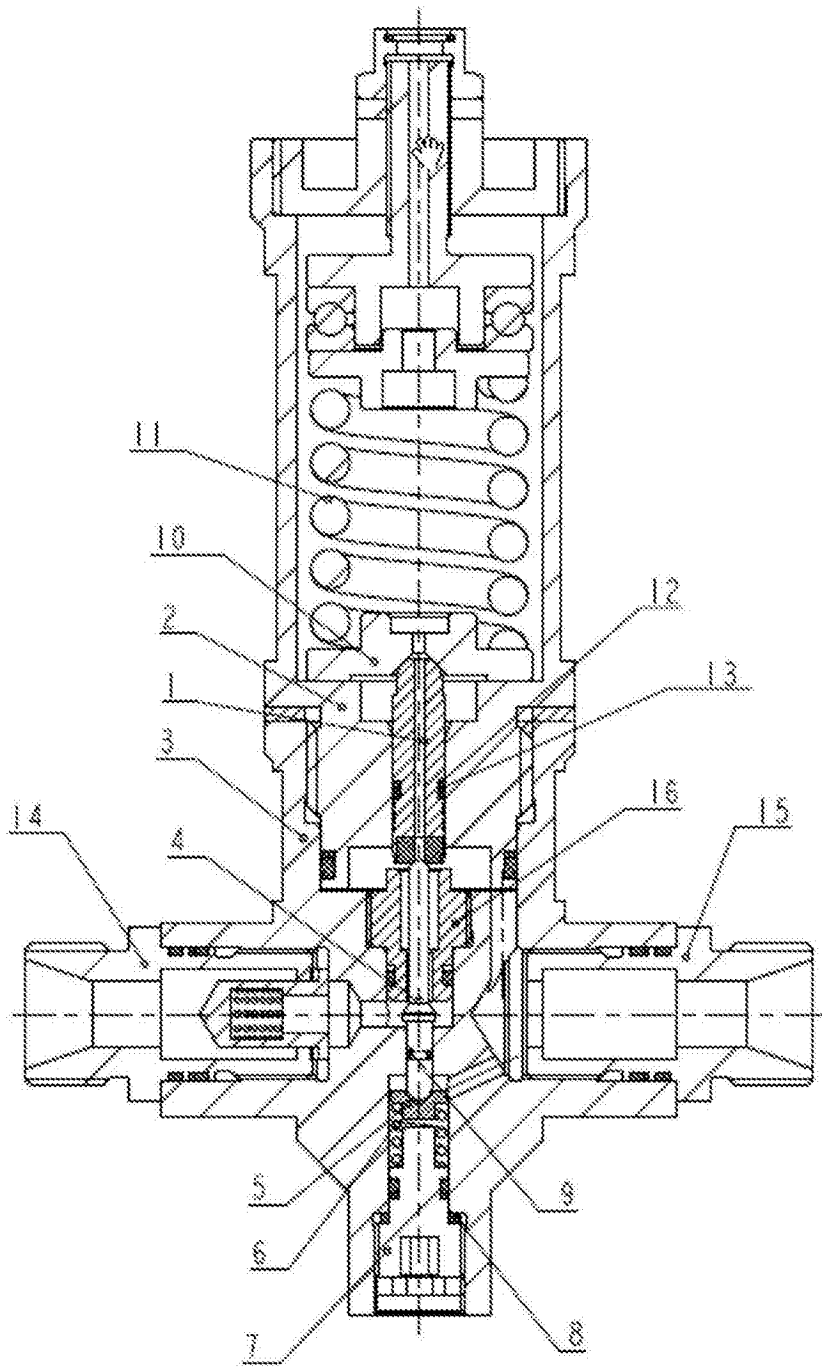


图 2

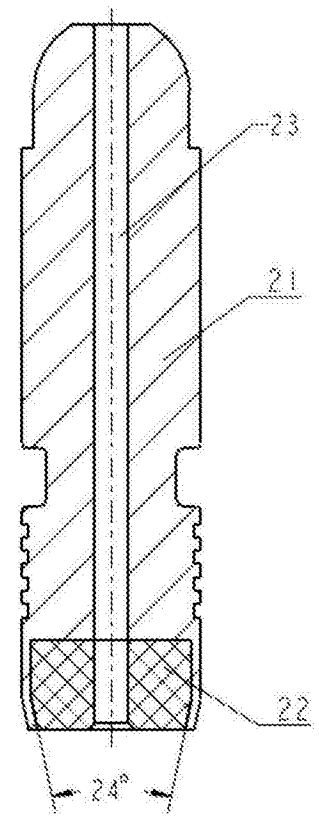


图 3

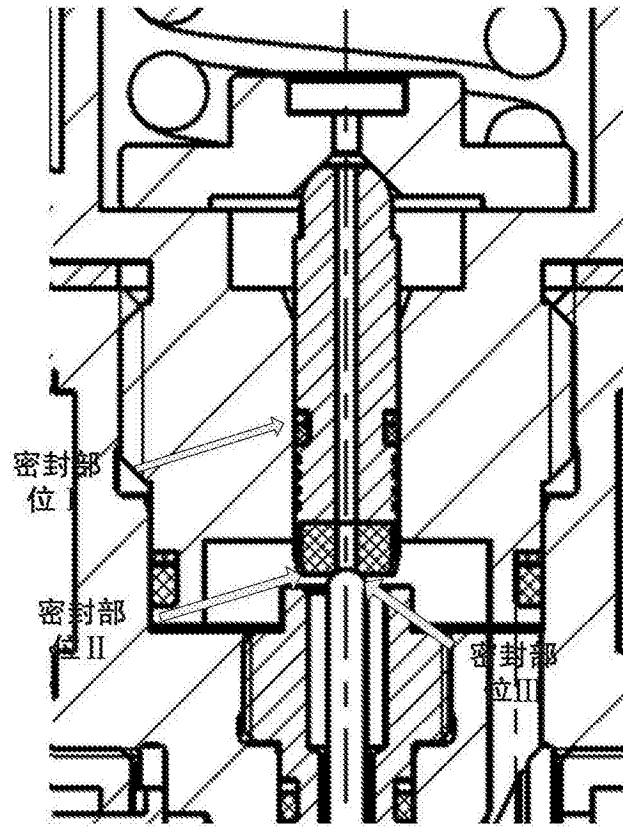


图 4

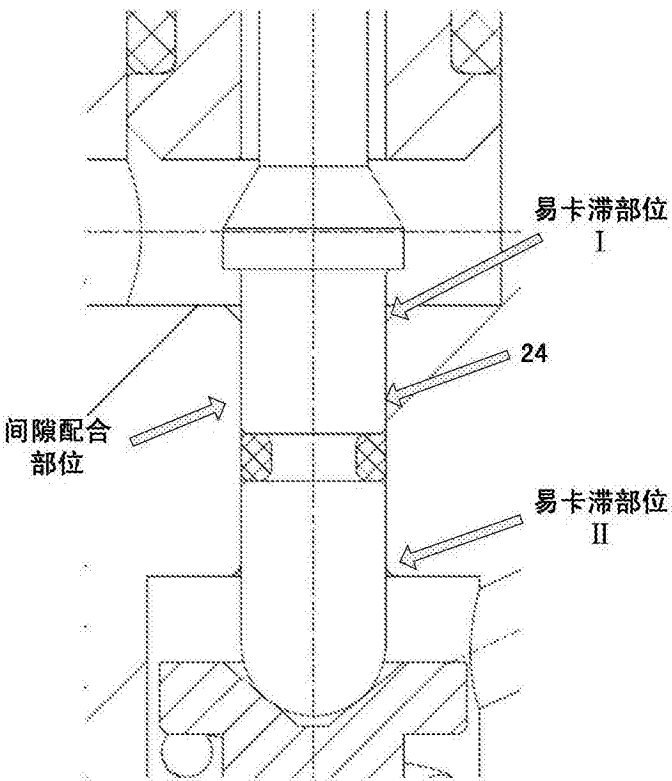


图 5