(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106151357 B
(45)授权公告日 2018.01.26

(21)申请号 201610611707.5

(22)申请日 2016.07.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106151357 A

(43)申请公布日 2016.11.23

(73)专利权人 江苏师范大学
地址 221116 江苏省徐州市铜山新区上海路101号

(72)发明人 马然 梁轩玮 胡宁宁 李文良 马红 沈建华 周连全 林赛波 倪先行 韩云锐 叶果

(74)专利代理机构 徐州市淮海专利事务所 32205
代理人 华德明

(51)Int.Cl.
F16F 9/53(2006.01)
F16F 9/32(2006.01)

(56)对比文件
CN 205896020 U,2017.01.18,权利要求1-6.
CN 105402302 A,2016.03.16,全文.
CN 101349316 A,2009.01.21,全文.
CN 200978902 Y,2007.11.21,全文.
CN 102678808 A,2012.09.19,全文.
CN 105065544 A,2015.11.18,全文.
JP 2014145475 A,2014.08.14,全文.
US 2010224456 A1,2010.09.09,全文.
JP 2010025232 A,2010.02.04,全文.

审查员 苏文涛

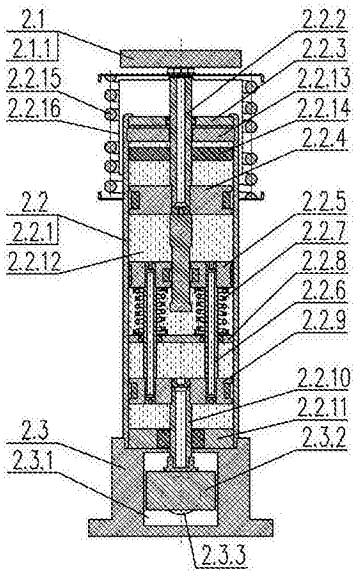
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置

(57)摘要

本发明公开了一种刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，包括空气弹簧机构和控制装置机构；控制机构包括联接组件、缸体组件和固定底座；缸体组件包括缸筒，缸筒内部注满磁流变液，缸筒内部自上而下依次设有活塞杆Ⅰ、缸盖、阻尼活塞Ⅰ、阻尼活塞Ⅱ、活塞杆Ⅱ、支撑弹簧、隔板、阻尼活塞Ⅲ、活塞杆Ⅲ和缸底盖，阻尼活塞Ⅰ和阻尼活塞Ⅲ的外圆柱面上沿周向均设有内凹结构并缠绕有励磁线圈，阻尼活塞Ⅱ与活塞杆Ⅰ间隙配合的内圆柱面上沿周向设有内凹结构并缠绕有励磁线圈。本高速列车半主动空气悬挂装置能够实现对空气弹簧主气室与附加气室之间节流孔开度的连续调节，提高高速列车对不同运行工况的适应性，特别适用于高速列车二系悬挂系统。



CN 106151357 B

1.一种刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，包括空气弹簧机构(1)，空气弹簧机构(1)包括主气室(1.1)和附加气室(1.2)，其特征在于，本刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置还包括控制机构(2)；

所述的控制机构(2)包括联接组件(2.1)、缸体组件(2.2)和固定底座(2.3)，缸体组件(2.2)竖直固定安装在固定底座(2.3)上；

缸体组件(2.2)是筒状结构，包括缸筒(2.2.1)，缸筒(2.2.1)内部注满磁流变液(2.2.12)，缸筒(2.2.1)内部自上而下依次设有活塞杆Ⅰ(2.2.2)、缸盖(2.2.3)、阻尼活塞Ⅰ(2.2.4)、阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)、活塞杆Ⅱ(2.2.6)、支撑弹簧(2.2.7)、隔板(2.2.8)、阻尼活塞Ⅲ(2.2.9)、活塞杆Ⅲ(2.2.10)和缸底盖(2.2.11)；

阻尼活塞Ⅰ(2.2.4)、阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)和阻尼活塞Ⅲ(2.2.9)的外径尺寸均与缸筒(2.2.1)的内径尺寸间隙配合，且阻尼活塞Ⅰ(2.2.4)和阻尼活塞Ⅲ(2.2.9)的外圆柱面上沿周向均设有内凹结构并缠绕有励磁线圈，阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)的外圆柱面上沿周向设有隔磁橡胶圈；隔板(2.2.8)固定安装在缸筒(2.2.1)内；

活塞杆Ⅰ(2.2.2)底端向下依次穿过缸盖(2.2.3)、阻尼活塞Ⅰ(2.2.4)和阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)并置于阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)与隔板(2.2.8)之间，缸盖(2.2.3)固定安装在缸筒(2.2.1)顶端、并与活塞杆Ⅰ(2.2.2)之间设置密封，阻尼活塞Ⅰ(2.2.4)与活塞杆Ⅰ(2.2.2)固定安装连接，阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)与活塞杆Ⅰ(2.2.2)之间是间隙配合、且阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)与活塞杆Ⅰ(2.2.2)间隙配合的内圆柱面上沿周向设有内凹结构并缠绕有励磁线圈；

活塞杆Ⅱ(2.2.6)顶端与阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)固定安装连接、底端穿过隔板(2.2.8)并与阻尼活塞Ⅲ(2.2.9)固定安装连接，隔板(2.2.8)与活塞杆Ⅱ(2.2.6)之间设置密封，支撑弹簧(2.2.7)套装在活塞杆Ⅱ(2.2.6)上、且支撑弹簧(2.2.7)的上下两端分别顶靠在阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)的下端面和隔板(2.2.8)的上端面上；

活塞杆Ⅲ(2.2.10)顶端与阻尼活塞Ⅲ(2.2.9)固定安装连接、底端穿过缸底盖(2.2.11)伸出至缸筒(2.2.1)外部，缸底盖(2.2.11)固定安装在缸筒(2.2.1)底端、并与活塞杆Ⅲ(2.2.10)之间设置密封；

阻尼活塞Ⅰ(2.2.4)与缸筒(2.2.1)内壁之间的间隙、阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)与活塞杆Ⅰ(2.2.2)之间的间隙、阻尼活塞Ⅲ(2.2.9)与缸筒(2.2.1)内壁之间的间隙组成磁流变液阻尼通道；

联接组件(2.1)包括托盘(2.1.1)，托盘(2.1.1)上平面与高速列车的车体固定安装、下平面固定安装在活塞杆Ⅰ(2.2.2)的顶端；

中空结构的固定底座(2.3)固定安装在转向架构架上，包括竖向设置的活塞腔(2.3.1)、位于活塞腔(2.3.1)内部并与之尺寸配合的底座活塞(2.3.2)和水平与活塞腔(2.3.1)交叉连通的气路通道(2.3.3)，底座活塞(2.3.2)的顶端与活塞杆Ⅲ(2.2.10)的底端固定连接，气路通道(2.3.3)两端分别通过管路与主气室(1.1)和附加气室(1.2)连通。

2.根据权利要求1所述的刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，其特征在于，所述的缸盖(2.2.3)与阻尼活塞Ⅰ(2.2.4)之间设置限位环(2.2.13)，限位环(2.2.13)固定安装在缸筒(2.2.1)内壁上。

3.根据权利要求2所述的刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，其特征在

于，所述的限位环(2.2.13)与阻尼活塞Ⅰ(2.2.4)之间设置缓冲环(2.2.14)。

4.根据权利要求1或2或3所述的刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，其特征在于，所述的缸筒(2.2.1)的外壁或固定底座(2.3)的上端面与托盘(2.1.1)的下端面或活塞杆Ⅰ(2.2.2)的外露杆体之间设置减振弹簧(2.2.15)。

5.根据权利要求1或2或3所述的刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，其特征在于，所述的托盘(2.1.1)的下端面或活塞杆Ⅰ(2.2.2)的外露杆体与缸筒(2.2.1)的外壁之间设置防尘罩(2.2.16)。

6.根据权利要求1或2或3所述的刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，其特征在于，所述的活塞杆Ⅱ(2.2.6)和支撑弹簧(2.2.7)至少设置为两套、中心对称设置在阻尼活塞Ⅱ(2.2.5)及阻尼活塞Ⅲ(2.2.9)之间。

一种刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半主动空气悬挂装置，具体是一种刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，属于高速列车装备技术领域。

背景技术

[0002] 列车高速运行使得其在运行过程中的振动幅度较大，严重影响了列车运行的平顺性和乘坐舒适性，而且对长期在高速列车上工作的工作人员的身心健康也会造成一定伤害，除此以外，剧烈的振动还会损坏列车的零部件，缩短其使用寿命。二系悬挂是转向架构架与车体之间的悬挂装置，主要由中央弹簧和各式减振器组成，其主要功能是支撑车体与衰减振动。

[0003] 目前我国高速列车的二系悬挂普遍采用的是带附加气室的空气弹簧，这种类型的空气弹簧因带有附加气室可有效增加空气弹簧的容积，降低了空气弹簧系统的刚度；此外，空气可以在压力差的作用下通过节流孔在附加气室与主气室之间流动，产生阻尼作用，通常这种阻尼作用可代替垂向阻尼器的作用。但由于节流孔开度固定，该悬挂方式不能根据车辆不同的运行工况实现最佳的刚度应对；另外，由于采用节流孔代替垂向阻尼器来提供悬挂系统所需要的垂向阻尼，该悬挂方式使得系统的垂向阻尼无法自适应调节，而且实际情况中仅依靠节流孔产生的阻尼远不能满足系统对于垂向阻尼的要求。因此，为了更好地适应列车高速化运行，设计一种结构方案实现列车二系悬挂中空气弹簧系统的节流孔开度可调具有重要的应用价值。

发明内容

[0004] 针对上述问题，本发明提供一种刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置，能够实现对空气弹簧系统节流孔开度的自适应调节，进而提高列车对不同运行工况的适应性，特别适用于高速列车的二系悬挂系统。

[0005] 为实现上述目的，本刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置包括空气弹簧机构和控制机构；

[0006] 所述的空气弹簧机构包括主气室和附加气室；

[0007] 所述的控制机构包括联接组件、缸体组件和固定底座，缸体组件竖直固定安装在固定底座上；

[0008] 缸体组件是筒状结构，包括缸筒，缸筒内部注满磁流变液，缸筒内部自上而下依次设有活塞杆Ⅰ、缸盖、阻尼活塞Ⅰ、阻尼活塞Ⅱ、活塞杆Ⅱ、支撑弹簧、隔板、阻尼活塞Ⅲ、活塞杆Ⅲ和缸底盖；

[0009] 阻尼活塞Ⅰ、阻尼活塞Ⅱ和阻尼活塞Ⅲ的外径尺寸均与缸筒的内径尺寸间隙配合，且阻尼活塞Ⅰ和阻尼活塞Ⅲ的外圆柱面上沿周向均设有内凹结构并缠绕有励磁线圈，阻尼活塞Ⅱ的外圆柱面上沿周向设有隔磁橡胶圈；隔板固定安装在缸筒内；

[0010] 活塞杆Ⅰ底端向下依次穿过缸盖、阻尼活塞Ⅰ和阻尼活塞Ⅱ并置于阻尼活塞Ⅱ与隔

板之间，缸盖固定安装在缸筒顶端、并与活塞杆I之间设置密封，阻尼活塞I与活塞杆I固定安装连接，阻尼活塞Ⅱ与活塞杆I之间是间隙配合、且阻尼活塞Ⅱ与活塞杆I间隙配合的内圆柱面上沿周向设有内凹结构并缠绕有励磁线圈；

[0011] 活塞杆Ⅱ顶端与阻尼活塞Ⅱ固定安装连接、底端穿过隔板并与阻尼活塞Ⅲ固定安装连接，隔板与活塞杆Ⅱ之间设置密封，支撑弹簧套装在活塞杆Ⅱ上、且支撑弹簧的上下两端分别顶靠在阻尼活塞Ⅱ的下端面和隔板的上端面上；

[0012] 活塞杆Ⅲ顶端与阻尼活塞Ⅲ固定安装连接、底端穿过缸底盖伸出至缸筒外部，缸底盖固定安装在缸筒底端、并与活塞杆Ⅲ之间设置密封；

[0013] 阻尼活塞I与缸筒内壁之间的间隙、阻尼活塞Ⅱ与活塞杆I之间的间隙、阻尼活塞Ⅲ与缸筒内壁之间的间隙组成磁流变液阻尼通道；

[0014] 联接组件包括托盘，托盘上平面与高速列车的车体固定安装、下平面固定安装在活塞杆I的顶端；

[0015] 中空结构的固定底座固定安装在转向架构架上，包括竖向设置的活塞腔、位于活塞腔内部并与之尺寸配合的底座活塞和水平与活塞腔交叉连通的气路通道，底座活塞的顶端与活塞杆Ⅲ的底端固定连接，气路通道两端分别通过管路与主气室和附加气室连通。

[0016] 作为本发明的进一步改进方案，所述的缸盖与阻尼活塞I之间设置限位环，限位环固定安装在缸筒内壁上。

[0017] 作为本发明的进一步改进方案，所述的限位环与阻尼活塞I之间设置缓冲环。

[0018] 作为本发明的进一步改进方案，所述的缸筒的外壁或固定底座的上端面与托盘的下端面或活塞杆I的外露杆体之间设置减振弹簧。

[0019] 作为本发明的进一步改进方案，所述的托盘的下端面或活塞杆I的外露杆体与缸筒的外壁之间设置防尘罩。

[0020] 作为本发明的进一步改进方案，所述的活塞杆Ⅱ和支撑弹簧至少设置为两套、中心对称设置在阻尼活塞Ⅱ及阻尼活塞Ⅲ之间。

[0021] 与现有技术相比，本刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置是利用磁流变液实现节流孔开度大小的半主动控制，实现空气弹簧的刚度可调，改善二系悬挂系统的减振性能；同时，控制机构可作为独立的阻尼器提供垂向阻尼。本方案解决了现有二系悬挂刚度不可调及缺少垂向阻尼器的不足。另外，由于采用新型智能材料磁流变液，使得控制过程更加精密可靠、能耗小、反应速度快、过程可逆。

附图说明

[0022] 图1是本发明的结构示意图；

[0023] 图2是本发明控制装置部分的剖视结构示意图；

[0024] 图3是图2的左视图。

[0025] 图中：1、空气弹簧机构，1.1、主气室，1.2、附加气室，2、控制装置，2.1、联接组件，2.1.1、托盘，2.2、缸体组件，2.2.1、缸筒，2.2.2、活塞杆I，2.2.3、缸盖，2.2.4、阻尼活塞I，2.2.5、阻尼活塞Ⅱ，2.2.6、活塞杆Ⅱ，2.2.7、支撑弹簧，2.2.8、隔板，2.2.9、阻尼活塞Ⅲ，2.2.10、活塞杆Ⅲ，2.2.11、缸底盖，2.2.12、磁流变液，2.2.13、限位环，2.2.14、缓冲环，2.2.15、减振弹簧，2.2.16、防尘罩，2.3、固定底座，2.3.1、活塞腔，2.3.2、底座活塞，2.3.3、

气路通道。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0027] 如图1所示，本刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置包括空气弹簧机构1和控制机构2。

[0028] 所述的空气弹簧机构1包括主气室1.1和附加气室1.2。

[0029] 如图2、图3所示，所述的控制机构2包括联接组件2.1、缸体组件2.2和固定底座2.3，缸体组件2.2竖直固定安装在固定底座2.3上。

[0030] 缸体组件2.2是筒状结构，包括缸筒2.2.1，缸筒2.2.1内部注满磁流变液2.2.12，缸筒2.2.1内部自上而下依次设有活塞杆I2.2.2、缸盖2.2.3、阻尼活塞I2.2.4、阻尼活塞Ⅱ2.2.5、活塞杆Ⅱ2.2.6、支撑弹簧2.2.7、隔板2.2.8、阻尼活塞Ⅲ2.2.9、活塞杆Ⅲ2.2.10和缸底盖2.2.11；

[0031] 阻尼活塞I2.2.4、阻尼活塞Ⅱ2.2.5和阻尼活塞Ⅲ2.2.9的外径尺寸均与缸筒2.2.1的内径尺寸间隙配合，且阻尼活塞I2.2.4和阻尼活塞Ⅲ2.2.9的外圆柱面上沿周向均设有内凹结构并缠绕有励磁线圈，阻尼活塞Ⅱ2.2.5的外圆柱面上沿周向设有隔磁橡胶圈；隔板2.2.8固定安装在缸筒2.2.1内；

[0032] 活塞杆I2.2.2底端向下依次穿过缸盖2.2.3、阻尼活塞I2.2.4和阻尼活塞Ⅱ2.2.5并置于阻尼活塞Ⅱ2.2.5与隔板2.2.8之间，缸盖2.2.3固定安装在缸筒2.2.1顶端、并与活塞杆I2.2.2之间设置密封，阻尼活塞I2.2.4与活塞杆I2.2.2固定安装连接，阻尼活塞Ⅱ2.2.5与活塞杆I2.2.2之间是间隙配合、且阻尼活塞Ⅱ2.2.5与活塞杆I2.2.2间隙配合的内圆柱面上沿周向设有内凹结构并缠绕有励磁线圈；

[0033] 活塞杆Ⅱ2.2.6顶端与阻尼活塞Ⅱ2.2.5固定安装连接、底端穿过隔板2.2.8并与阻尼活塞Ⅲ2.2.9固定安装连接，隔板2.2.8与活塞杆Ⅱ2.2.6之间设置密封，支撑弹簧2.2.7套装在活塞杆Ⅱ2.2.6上、且支撑弹簧2.2.7的上下两端分别顶靠在阻尼活塞Ⅱ2.2.5的下端面和隔板2.2.8的上端面上；

[0034] 活塞杆Ⅲ2.2.10顶端与阻尼活塞Ⅲ2.2.9固定安装连接、底端穿过缸底盖2.2.11伸出至缸筒2.2.1外部，缸底盖2.2.11固定安装在缸筒2.2.1底端、并与活塞杆Ⅲ2.2.10之间设置密封；

[0035] 阻尼活塞I2.2.4与缸筒2.2.1内壁之间的间隙、阻尼活塞Ⅱ2.2.5与活塞杆I2.2.2之间的间隙、阻尼活塞Ⅲ2.2.9与缸筒2.2.1内壁之间的间隙组成磁流变液阻尼通道。

[0036] 联接组件2.1包括托盘2.1.1，托盘2.1.1上平面与高速列车的车体固定安装、下平面固定安装在活塞杆I2.2.2的顶端。

[0037] 中空结构的固定底座2.3固定安装在转向架构架上，包括竖向设置的活塞腔2.3.1、位于活塞腔2.3.1内部并与之尺寸配合的底座活塞2.3.2和水平与活塞腔2.3.1交叉连通的气路通道2.3.3，底座活塞2.3.2的顶端与活塞杆Ⅲ2.2.10的底端固定连接，气路通道2.3.3两端分别通过管路与主气室1.1和附加气室1.2连通。

[0038] 车辆运行过程中，活塞杆随着车体的振动上下往复运动，磁流变液流过活塞与工作缸之间的阻尼通道，给缠绕在活塞上的励磁线圈通电产生磁场，磁力线与磁流变液的流

动方向垂直，通过改变励磁电流的大小改变磁场强度，继而改变磁流变液的粘度。

[0039] 本刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置的工作原理：通过阻尼活塞I 2.2.4、阻尼活塞Ⅱ2.2.5和阻尼活塞Ⅲ2.2.9将整个缸体组件2.2分为阻尼半主动控制部分、节流孔开度调节部分和开度固定与防复位部分。

[0040] 阻尼半主动控制部分是包括活塞杆I2.2.2杆部及阻尼活塞I2.2.4的缸筒2.2.1上部部分，这一部分是利用磁流变液在外加磁场下粘度的变化产生可控阻尼，在不涉及下一部分的节流孔开度调节工作时相当于一个独立的磁流变阻尼器，在下一部分开始工作时，这一部分起到一个通过外力驱动的运动源的作用.当车体在高速运行时，车体振动，带动与之相连接的活塞杆I2.2.2上下运动，缸筒2.2.1内的磁流变液2.2.12流经阻尼活塞I2.2.4与缸筒2.2.1内壁之间的阻尼通道，在阻尼活塞I2.2.4与缸筒2.2.1内壁之间产生阻尼作用，给阻尼活塞I2.2.4上的励磁线圈通电，产生垂直于磁流变液阻尼通道的磁场，且磁场强度是可控的，通过改变励磁电流的大小，来改变磁场强度继而改变磁流变液的粘度，对阻尼实现半主动控制。

[0041] 节流孔开度调节部分是包括活塞杆I2.2.2下端部、阻尼活塞Ⅱ2.2.5、活塞杆Ⅱ2.2.6、支撑弹簧2.2.7及隔板2.2.8的缸筒2.2.1中部部分，这一部分在系统不需要改变空气弹簧刚度、不需要调节节流孔开度时不工作，不给阻尼活塞Ⅱ2.2.5上的励磁线圈通电、没有磁场，那么该部分就不与阻尼半主动控制部分产生联系，依靠支撑弹簧2.2.7支撑在隔板2.2.8上，不影响阻尼半主动控制部分的工作状态；由于活塞杆I2.2.2是一直上下运动的，活塞杆I2.2.2与阻尼活塞Ⅱ2.2.5之间阻尼通道内的磁流变液2.2.12也来回流动，当需要增大节流孔开度时，在活塞杆I2.2.2向上运动时为阻尼活塞Ⅱ2.2.5上的励磁线圈通一定大小的电流，产生磁场，活塞杆I2.2.2与阻尼活塞Ⅱ2.2.5之间阻尼通道内的磁流变液2.2.12粘度变得很粘稠，可以使活塞杆I2.2.2与阻尼活塞Ⅱ2.2.5暂时连接在一起，这样阻尼活塞Ⅱ2.2.5及其活塞杆Ⅱ2.2.6、活塞杆Ⅲ2.2.10等以下部分都随着活塞杆I2.2.2向上运动，进而带动底座活塞2.3.2向上运动，直到节流孔开度大小满足要求为止；反之亦然，当需要减小节流孔开度时，在活塞杆I2.2.2向下运动时为阻尼活塞Ⅱ2.2.5上的励磁线圈通一定大小的电流，产生磁场，活塞杆I2.2.2与阻尼活塞Ⅱ2.2.5之间阻尼通道内的磁流变液2.2.12粘度变得很粘稠，可以使活塞杆I2.2.2与阻尼活塞Ⅱ2.2.5暂时连接在一起，这样阻尼活塞Ⅱ2.2.5及其活塞杆Ⅱ2.2.6、活塞杆Ⅲ2.2.10等以下部分都随着活塞杆I2.2.2向下运动，进而带动底座活塞2.3.2向下运动，直到节流孔开度大小满足要求为止。

[0042] 开度固定与防复位部分是包括阻尼活塞Ⅲ2.2.9的缸筒2.2.1下部部分，这一部分在节流孔调节过程中是不工作的，这一部分的作用是运动的传递与节流孔开度的固定和防复位，是一个缓冲保护装置，当节流孔调节完毕后，阻尼活塞Ⅱ2.2.5与活塞杆I2.2.2处于分离状态，因此阻尼活塞Ⅱ2.2.5及活塞杆Ⅱ2.2.6会在自身重力的作用下发生复位现象，这时给阻尼活塞Ⅲ2.2.9上的励磁线圈一个很大的恰当电流，使得在阻尼活塞Ⅲ2.2.9与缸筒2.2.1内壁之间的磁流变液阻尼通道里的磁流变液2.2.12发生剧变，产生很大的阻尼，阻止阻尼活塞Ⅱ2.2.5及活塞杆Ⅱ2.2.6向下运动，这部分结构在整个装置中主要起到一个传动与保护节流孔工作位的作用。

[0043] 中空的固定底座2.3是整个系统调节节流孔开度大小的执行部分，当底座活塞2.3.2通过活塞杆Ⅲ2.2.10传递的上下运动在活塞腔2.3.1内上下移动时即改变气路通道

2.3.3与活塞腔2.3.1交叉连通处的节流孔开度大小。

[0044] 为了防止因车体振动动作过大造成活塞杆I2.2.2带动阻尼活塞I2.2.4向上移动碰撞缸盖2.2.3造成缸盖2.2.3损毁，进而造成磁流变液泄漏，作为本发明的进一步改进方案，所述的缸盖2.2.3与阻尼活塞I2.2.4之间设置限位环2.2.13，限位环2.2.13固定安装在缸筒2.2.1内壁上。

[0045] 为了防止活塞杆I2.2.2带动阻尼活塞I2.2.4向上移动碰撞限位环2.2.13时造成阻尼活塞I2.2.4碰撞损毁，作为本发明的进一步改进方案，所述的限位环2.2.13与阻尼活塞I2.2.4之间设置缓冲环2.2.14。

[0046] 为了进一步增加控制机构2的吸收振动效果，作为本发明的进一步改进方案，所述的缸筒2.2.1的外壁或固定底座2.3的上端面与托盘2.1.1的下端面或活塞杆I2.2.2的外露杆体之间设置减振弹簧2.2.15。

[0047] 为了减少灰尘自缸盖2.2.3进入缸筒2.2.1内部，作为本发明的进一步改进方案，所述的托盘2.1.1的下端面或活塞杆I2.2.2的外露杆体与缸筒2.2.1的外壁之间设置防尘罩2.2.16。

[0048] 为了保证阻尼活塞Ⅱ2.2.5及阻尼活塞Ⅲ2.2.9整体平稳上下移动，作为本发明的进一步改进方案，所述的活塞杆Ⅱ2.2.6和支撑弹簧2.2.7至少设置为两套、中心对称设置在阻尼活塞Ⅱ2.2.5及阻尼活塞Ⅲ2.2.9之间。

[0049] 本刚度和阻尼可调式高速列车半主动空气悬挂装置是利用磁流变液2.2.12实现节流孔开度大小的半主动控制，实现空气弹簧的刚度可调，改善二系悬挂系统的减振性能；同时，控制机构可作为独立的磁流变阻尼器提供垂向阻尼。本方案解决了现有二系悬挂刚度不可调及缺少垂向阻尼器的不足。另外，由于采用新型智能材料磁流变液，使得控制过程更加精密可靠、能耗小、反应速度快、过程可逆，特别适用于高速列车二系悬挂系统。

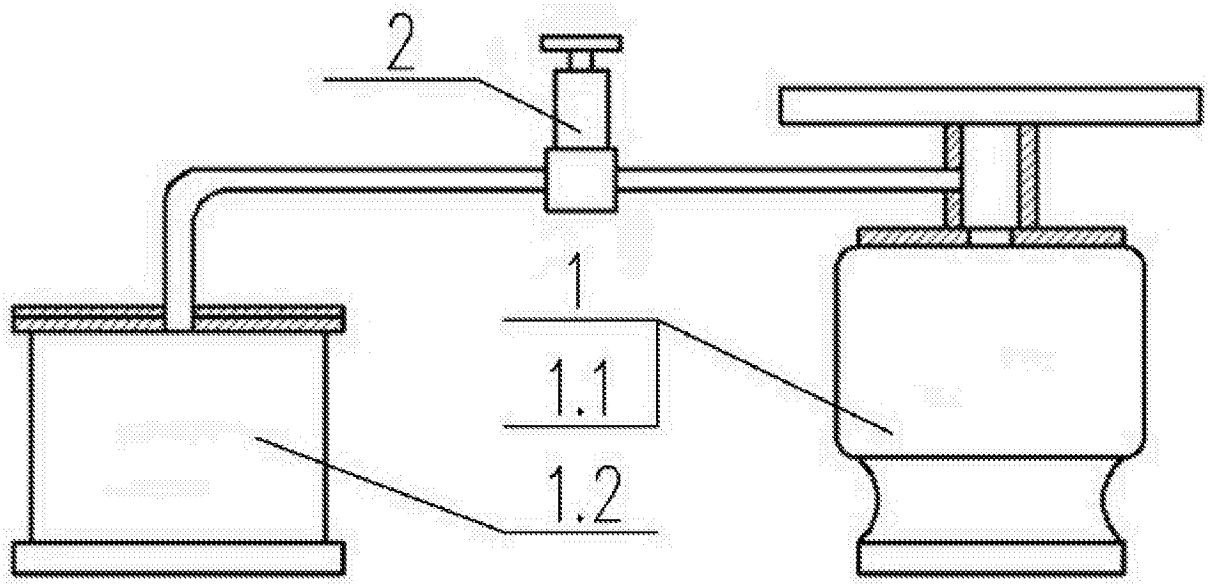


图1

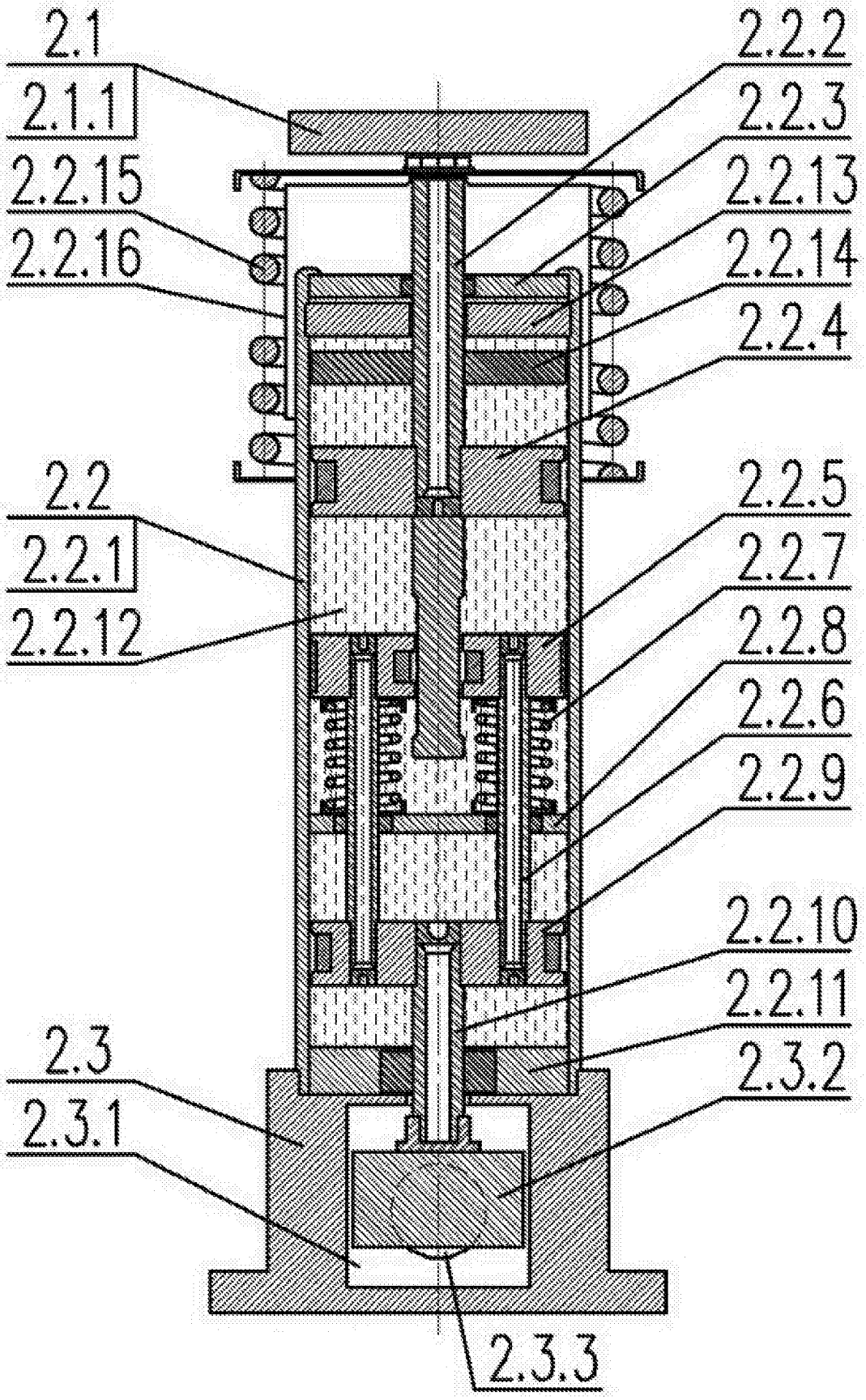

2.1
2.1.1
2.2.2
2.2.3
2.2.15
2.2.13
2.2.16
2.2.14
2.2.4
2.2
2.2.5
2.2.1
2.2.7
2.2.12
2.2.8
2.2.6
2.2.9
2.2.10
2.2.11
2.3
2.3.2
2.3.1
2.3.3

图2

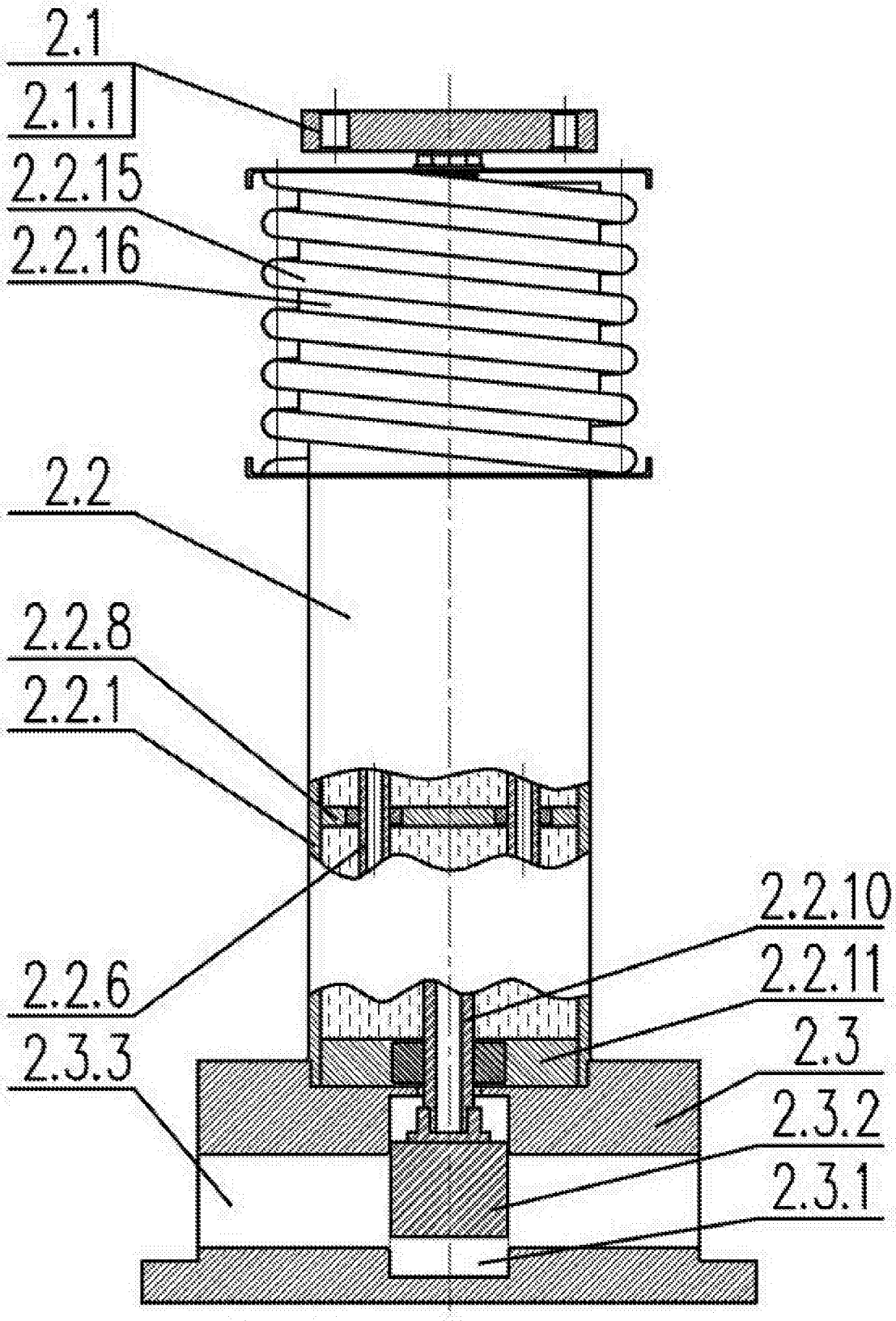


图3