



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110329031 B

(45) 授权公告日 2022.03.04

(21) 申请号 201910489889.7

(22) 申请日 2019.06.06

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110329031 A

(43) 申请公布日 2019.10.15

(73) 专利权人 中国北方车辆研究所

地址 100072 北京市丰台区槐树岭四号院

(72) 发明人 宋慧新 雷强顺 杨勇 薛涛

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心

11120

代理人 廖辉

(51) Int.Cl.

B60G 17/06 (2006.01)

B60G 17/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108674111 A, 2018.10.19

CN 105179553 A, 2015.12.23

审查员 杨皞岫

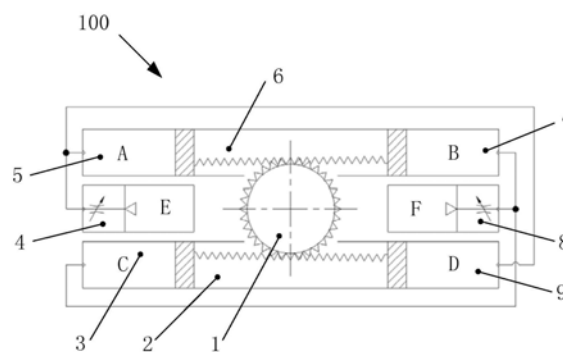
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种可实现大角度旋转调节的摇臂悬架

(57) 摘要

本发明公开了一种可实现大角度旋转调节的摇臂悬架,该摇臂悬架包括齿轮轴、两个齿条总成、四个油缸和两个气缸;两个齿条总成上下布置并同时与齿轮轴啮合,两个齿条总成通过两端的活塞与四个油缸相配合后形成四个液压腔;对角线上的液压腔两两通过油管相互连通;位于齿轮轴左右两侧的两个气缸内有隔膜或活塞与油液相隔离从而形成两个气压腔,气压腔内设置阻尼阀,两个气缸分别通过管路与连通液压腔的油管连接,在静态压力平衡时,液压腔与气压腔的压力相等。本发明能够实现摇臂的大角度的旋转调节,通过控制摇臂的旋转调节,利于整车实现越障和过壕,从而提高整车克服地形障碍的能力。



1. 一种可实现大角度旋转调节的摇臂悬架,其特征在于,该摇臂悬架包括齿轮轴、两个齿条总成、四个油缸和两个气缸;

所述两个齿条总成上下布置并同时与齿轮轴啮合,两个齿条总成通过两端的活塞与四个油缸相配合后形成四个液压腔A、B、C、D;对角线上的液压腔两两通过油管相互连通;位于齿轮轴左右两侧的两个气缸内有隔膜或活塞与油液相隔离从而形成两个气压腔E、F,气压腔内设置阻尼阀,两个气缸分别通过管路与连通液压腔的油管连接,在静态压力平衡时,液压腔与气压腔的压力相等;摇臂悬架还包括电动泵PM、溢流阀R1、溢流阀R2、溢流阀R3、换向阀F1、单向阀D1和单向阀D2;

在升降车高时,电动泵PM对A、D液压腔或B、C液压腔充放油;

溢流阀R1和溢流阀R2起到摇臂悬架运动上下限位的作用,对悬架进行保护;单向阀D1防止B、C腔压力波动对溢流阀R1的损坏,单向阀D2防止A、D腔压力波动对溢流阀R2的损坏;

车辆正常行驶时,A、D油缸成为承载油缸,当车体完全倾覆后,B、C油缸成为承载油缸,A、D、E与B、C、F的作用互换,此时溢流阀R2起到距地高调节时的溢流的作用,单向阀D2起到距地高调节时的控制油液方向的作用。

一种可实现大角度旋转调节的摇臂悬架

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆悬架技术领域,具体涉及一种可实现大角度旋转调节的悬架。

背景技术

[0002] 随着无人平台技术的发展,如何提高车辆在复杂地形下的通过能力,成为近些年技术研究与发展的重点,其中摇臂悬架逐渐成为未来车辆行走系统发展的趋势,以其优势的性能成为未来无人车辆、有人高机动平台的急需部件,能够利于整车通过能力的提升,尤其是提高车辆的越障、过壕的能力。

[0003] 目前美国有三款车型涉及摇臂悬架技术,分别是MULE、CRUSHER和GVX-T。CRUSHER是一种无人地面车辆,应用于基于油气弹簧的摇臂悬架,能够驶过约1.22米的台阶,并跃过约2米深的壕沟,其悬架具备自动调节能力,利于过壕与越障。美国的MULE是一种可进行任务配置的、无人的、半自主的陆用平台,应用于基于磁流变减速器与扭杆的摇臂悬架,其摇臂悬架能够实现360度的旋转,能够使车辆过762mm高的垂直墙,1778mm宽的壕沟。GVX-T采用的行走系统是摇臂悬架、履带轮、轮毂电机的集成体。摇臂式可控悬架配合履带轮的应用使车辆能够通过95%的地形,具有很强的越障能力、松软路面的通过能力也得到极大提高。

[0004] 对于车辆而言,为实现高通过性行走,如具备美国无人车“MULE”和“CRUSHER”的主动越障能力,就必须解决摇臂悬架大角度旋转调节的问题。通过查询CRUSHER的摇臂悬架,该悬架采用的是大行程油气弹簧通过连杆驱动摇臂的形式。该方案的优点是结构简单,承载能力强,但摇臂调节角度较小,不利于实现整车主动越障。

[0005] 通过查询MULE悬架专利,该摇臂悬架选用的方案是扭杆+磁流变减振器+行星减速的方案,但此方案结构复杂,主要部件有谐波减速装置、行星减速装置、扭杆扭管组、限扭离合器与磁流变减振器(或摩擦式减振器)。但该方案的缺点是:由于扭杆的实现形式是扭管+扭杆的形式,扭杆扭管组加工难度大,扭杆的刚度小,难以实现大负载的承载;谐波减速装置为精密传动部件,自身加工复杂,使用寿命低;磁流变减振器目前国内技术尚不成熟;因此该方案近期难以实车应用。此方案的优势是不存在主动力驱动旋转的死区,在各点均可得到恒定的扭矩。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提供了一种可实现大角度旋转调节的摇臂悬架,能够实现摇臂的大角度的旋转调节,通过控制摇臂的旋转调节利于整车实现越障、过壕,从而提高整车克服地形障碍的能力。

[0007] 一种可实现大角度旋转调节的摇臂悬架,该摇臂悬架包括齿轮轴、两个齿条总成、四个油缸和两个气缸;

[0008] 所述两个齿条总成上下布置并同时与齿轮轴啮合,两个齿条总成通过两端的活塞与四个油缸相配合后形成四个液压腔;对角线上的液压腔两两通过油管相互连通;位于齿轮轴左右两侧的两个气缸内有隔膜或活塞与油液相隔离从而形成两个气压腔,气压腔内设

置阻尼阀,两个气缸分别通过管路与连通液压腔的油管连接,在静态压力平衡时,液压腔与气压腔的压力相等。

[0009] 进一步地,所述四个油缸内设置有阻尼阀。

[0010] 进一步地,在静平衡位置时,所述摇臂悬架所承载的车体重量由左侧的气压腔承载,左侧的气压腔为高压腔,右侧的气压腔为低压腔;一条对角线上的两个液压腔的压力与高压腔相同,另一条对角线上的两个液压腔的压力与低压腔相同。

[0011] 进一步地,所述摇臂悬架距地高的调节通过电动泵对两条对角线其中一条上的两个液压腔充放油实现。

[0012] 有益效果:

[0013] 1、本发明通过齿条有效啮合长度的设计即可实现悬架的大角度旋转调节,在车辆主动越障、提高整车通过性方面,具有十分重要的意义。

[0014] 2、本发明能够实现静态承载车体重量,行驶过程中能够满足对车体的缓冲与减振的;调节距地高升高或降低,实现整车适应地形的变化,提高车辆通过性,工程上实现难度小,技术成熟,利于推广应用。

[0015] 3、本发明摇臂悬架距地高的调节通过电动泵对液压腔充放油实现,该方案减小了液压系统的复杂程度,摇臂悬架距地高调节时无需外部油箱,所需油液来源于内部,此时的气压腔起到及时补充油液的作用,能够防止泵的吸空,提高了系统的可靠性。

附图说明

[0016] 图1可实现大角度旋转调节的摇臂悬架原理图;

[0017] 图2可实现大角度旋转调节的摇臂悬架静态承载原理图;

[0018] 图3处于静平衡位置的摇臂悬架;

[0019] 图4车轮向上运动时的摇臂悬架缓冲与减振的原理图;

[0020] 图5车轮向下运动时的摇臂悬架缓冲与减振的原理图;

[0021] 图6摇臂悬架距地高升高原理图;

[0022] 图7摇臂悬架距地高降低原理图;

[0023] 图8摇臂悬架摇臂向下运动原理图;

[0024] 图9摇臂悬架摇臂向上运动原理图。

[0025] 图中:100-摇臂悬架;110-地面;120-车轮总成;130-摇臂;140-车体;1-齿轮轴;2-下齿条总成;3-油缸;4-左气缸;5-油缸;6-上齿条总成;7-油缸;8-右气缸;9-油缸;A-液压腔;B-液压腔;C-液压腔;D-液压腔;E-气压腔;F-气压腔。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图并举实施例,对本发明进行详细描述。

[0027] 如附图1所示,本发明提供了一种可实现大角度旋转调节的摇臂悬架,该摇臂悬架100包括齿轮轴1、下齿条总成2、上齿条总成6、4个油缸3、5、7、9、左气缸4、右气缸8等组成。其中两个齿条总成26通过左右两端的活塞与4个油缸3、5、7、9相配合,活塞上设有密封,从而防止油缸中的油液进入齿条总成,使油缸形成A、B、C、D等4个液压腔。液压腔A、D通过油管相互连通,两腔压力相同;液压腔B、C通过油管相互连通,两腔压力相同;左气缸4和右气缸8

内有隔膜或活塞与油液相隔离,从而形成两个气压腔E、F。左气缸4、右气缸8内设置有阻尼阀。左气缸4与油缸5、9通过管路连接,在静态压力平衡时,液压腔A、D与气压腔E压力相等。右气缸8与油缸3、7通过管路连接,在静态压力平衡时,液压腔B、C与气压腔F压力相等。

[0028] 在实际应用中,摇臂悬架100壳体固定在车体140上,摇臂悬架的齿轮轴1与摇臂130通过花键或平键连接,摇臂的另一端通过轴与车轮总成120活动连接。车体140的重量由地面110承载,地面110将反力作用在车轮总成120上,车轮总成120将力通过摇臂130传递到摇臂悬架100上。具体而言,如图2所示,摇臂130驱动齿轮轴逆时针旋转,齿轮轴驱动与其啮合的上齿条总成6向左运动,从而使A、D液压腔的油液受到压缩、使气压腔E中的压力上升;同时,下齿条总成2向右运动,从而使B、C液压腔的油液受到拉伸、使气压腔F中的压力下降。

[0029] 设该摇臂悬架所承载的车体质量是M,摇臂与水平线的夹角为 θ ,气压腔E的压力为 P_{Ej} ,气压腔F的压力为 P_{Fj} ,油缸内直径为D,摇臂的长度为L,齿轮轴分度圆半径为r,则可推导出式(1)

$$[0030] \quad 2(P_{Ej} - P_{Fj}) \times \pi D^2 r / 4 = MgL \cos \theta \quad (1)$$

[0031] 当气压腔E、F中的压力如式(1)所示,与该摇臂悬架所承载的车体重量相平衡时,则齿条总成停止运动,摇臂悬架实现静态平衡。

[0032] 如附图2所示,摇臂可实现的最大旋转角度 φ ,是由齿轮轴和齿条有效啮合长度1决定的,则可推导了式(2)

$$[0033] \quad l = r\varphi \quad (2)$$

[0034] 由此可见为实现悬架的大角度旋转调节,只需设计适合的齿条总成的有效啮合长度1。

[0035] 在车辆行驶过程中,车轮的上下跳动,通过摇臂输出到摇臂悬架的齿轮轴,齿轮轴通过齿轮啮合将运动转换成齿条总成的直线往复运动,其中的气压腔E、F起到缓冲振动的作用,设置的阻尼阀起到耗散振动能量的作用。

[0036] 摇臂悬架主要的功能是静态承载车体重量;行驶过程中实现对车体的缓冲与减振;调节距地高升高或降低,为实现整车适应地形的变化,提高通过性,为适应车速的变化,提高行驶安全性,或适应其它特殊用途;车辆越障时,旋转调节摇臂,从而实现主动攀爬或跨越障碍。

[0037] 摇臂悬架静态承载原理如附图3所示,在静平衡位置时,该摇臂悬架所承载的车体重量最终由气压腔E承载,气压腔E为高压腔,气压腔F变为低压腔。液压腔A、D的压力与气压腔E相同,液压腔B、C的压力与气压腔F相同。

[0038] 举例说明,油缸内径 $D=63\text{mm}$,摇臂的长度 $L=350\text{mm}$,单轮摇臂悬架所承载的车体质量 $M=500\text{kg}$,静平衡时摇臂与水平线的夹角为 $\theta=30^\circ$,齿轮分度圆半径 $r=41.3\text{mm}$ 。则可求得静平衡后气压腔E与气压F的压力差。

$$[0039] \quad (P_{Ej} - P_{Fj}) = 14.3\text{MPa}$$

[0040] 静态承载时最终承载气压腔是E还是F由摇臂相对摇臂悬架的相对位置决定。

[0041] 摇臂悬架动态缓冲与减振原理:当车辆行驶时,由于路面的不平,会造成车轮相对摇臂悬架向上或向下的运动,从而造成摇臂悬架的压缩或拉伸。路面传递给车轮的振动通过摇臂悬架的缓冲与减振,振动频率的高频部分得到滤除,振动幅值得到衰减,最终传给车体。

[0042] 如图4所示,当车轮向上运动时,车轮的向上运动带动摇臂逆时针旋转,摇臂旋转驱动与之相连接的摇臂悬架的齿轮轴逆时针旋转,齿轮轴通过齿轮驱动上齿条总成向左运动,下齿条总成向右运动,上齿条总成的向左运动使液压腔A压缩,液压腔B伸张,下齿条总成的向右运动使液压腔D压缩,液压腔C伸张;液压腔A、D的压缩过程中,将腔内的油液推向气压腔E,气压腔E中的阻尼阀对油液节流,使车轮传递的振动得衰减,气压腔E进一步受到压缩,从而车轮的运动得到缓冲。液压腔B、C的伸张过程中,将吸引气压腔E中的油液流出以补充B、C多出的空间,气压腔F中的阻尼阀对油液节流,使车轮传递的振动得衰减,气压腔F进一步受到拉伸,压力进一步降低。

[0043] 车轮向下运动时的摇臂悬架缓冲与减振的原理如附图5所示,当车轮向下运动时,车轮的向下运动带动摇臂顺时针旋转,摇臂旋转驱动与之相连接的摆动液压缸的旋转轴顺时针旋转,液压缸的旋转轴通过齿轮驱动上齿条总成向右运动,下齿条总成向左运动,上齿条总成的向右运动使液压腔A伸张,液压腔B压缩,下齿条总成的向左运动使液压腔D伸张,液压腔C压缩;液压腔B、C的压缩过程中,将腔内的油液推向气压腔F,气压腔F中的阻尼阀对油液节流,使车轮传递的振动得衰减,气压腔F受到压缩,从而车轮的运动得到缓冲。液压腔A、D的伸张过程中,将吸引气压腔E中的油液流出以补充A、D多出的空间,气压腔E中的阻尼阀对油液节流,使车轮传递的振动得衰减,气压腔E伸张,从而压力降低。

[0044] 摇臂悬架距地高调节的原理:为了减小液压系统的复杂程度,摇臂悬架距地高的调节是通过电动泵PM对A、D液压腔或B、C液压腔充放油而实现的,摇臂悬架实现距地高调节时无需外部油箱,所需油液来源于内部,即由B、C液压腔和F气压腔泵油至A、D液压腔和E气压腔,则距地高升高,由A、D液压腔和E气压腔泵油至B、C液压腔和F气压腔,则距地高降低。此时的气压腔E、F起到及时补充油液的作用,防止泵的吸空。

[0045] 摇臂悬架距地高升高原理如附图6所示,电动泵PM从B、C液压腔和F气压腔泵油,气压腔F及时补充液压腔B、C油液亏空,电动泵PM泵出的油通过溢流阀R3建立压力,所建立的压力大于A、D液压腔内的压力,建压完成后,换向阀F1通电后换向,则油液由b端口流向a端口,之后进入液压腔A、D,以及气压腔E,从而推动上齿条总成向右运动,下齿条总成向左运动,上下齿条总成通过齿轮轴的齿轮啮合,驱动齿轮轴顺时针旋转,从而与齿轮轴连接的摇臂绕轮胎中心顺时针旋转,从而车体距地高升高。溢流阀R3是为保证电动泵PM建立合适压力而增加的,同时利于保护电动泵。在上升的过程中,通过控制电动泵的转速,则可以控制上升的速度。

[0046] 摇臂悬架距地高降低原理如附图7所示,换向阀F1通电后换向,则由于液压腔A、D和气压腔E的压力大于液压腔B、C和气压腔F的压力,则油液会从液压腔A、D、气压腔E中流出至液压腔B、C和气压腔F,从而使上齿条总成向左运动,下齿条总成向右运动,上下齿条总成通过齿轮轴的齿轮啮合,驱动齿轮轴逆时针旋转,从而与齿轮轴连接的摇臂绕轮胎中心逆时针旋转,从而车体距地高降低。在下降的过程中,要控制好阀F1,必要时可以控制电动泵的转速,从而使下降速度得到控制。

[0047] 阀F1可选用比例阀,从而便于控制阀的开口度,可以更好地对下降速度进行控制。

[0048] 为了防止车轮向上运动过程中,A、D腔内形成瞬态高压,增设了溢流阀R1,起到摇臂悬架运动上限位的作用,也相当于卸荷阀,对悬架进行保护。为防止B、C腔压力波动对溢流阀R1的损坏,增设了单向阀D1。为了防止车轮向下运动过程中,B、C腔内形成瞬态高压,增

设了溢流阀R2,起到摇臂悬架运动下限位的作用,也相当于卸荷阀,对悬架进行保护。为防止A、D腔压力波动对溢流阀R2的损坏,增设了单向阀D2。

[0049] 另一方面,当车体完全倾覆后,B、C油缸成为承载油缸,即A、D、E与B、C、F的作用互换,此时溢流阀R2起到距地高调节时的溢流的作用,单向阀D2起到距地高调节时的控制油液方向的作用。

[0050] 摇臂悬架摇臂旋转调节的原理

[0051] 摇臂的旋转调节是通过对A、D液压腔或B、C液压腔充放油而实现的。当A、D液压腔充高压油、同时B、C液压腔放油时,上下齿条总成会推动齿轮轴顺时针旋转,从而带动摇臂顺时针旋转,实现车轮向下运动。当B、C液压腔充高压油、同时A、D液压腔放油时,上下齿条总成会推动齿轮轴逆时针旋转,从而带动摇臂逆时针旋转,实现车轮向上运动。

[0052] 如附图8所示,高压油P进入液压腔A、D,以及气压腔E;同时液压腔B、C,以及气压腔F接低压油路,泄油,从而推动上齿条总成向右运动,下齿条总成向左运动,上下齿条总成通过齿轮轴的齿轮啮合,驱动摇臂顺时针旋转,从而实现车轮相对摇臂悬架向下运动。当液压腔A、D、气压腔E、液压腔B、C、气压腔F切断与外部油路的连通后,则摇臂停止旋转,在车体重量或车轮重量作用下,摇臂悬架达到新的平衡。

[0053] 如附图9所示,高压油P进入液压腔B、C,以及气压腔F;同时液压腔A、D,以及气压腔E接低压油路T,泄油,从而推动上齿条总成向左运动,下齿条总成向右运动,上下齿条总成通过齿轮轴的齿轮啮合,驱动摇臂逆时针旋转,从而实现车轮相对摇臂悬架向上运动。当液压腔A、D、气压腔E、液压腔B、C、气压腔F切断与外部油路的连通后,则摇臂停止旋转,在车体重量或车轮重量作用下,摇臂悬架达到新的平衡。

[0054] 综上所述,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

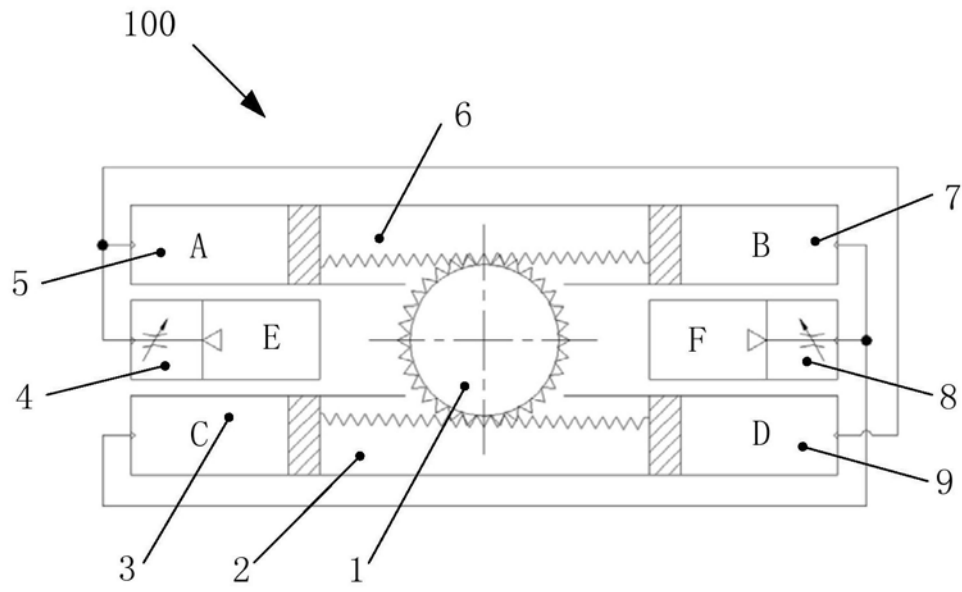


图1

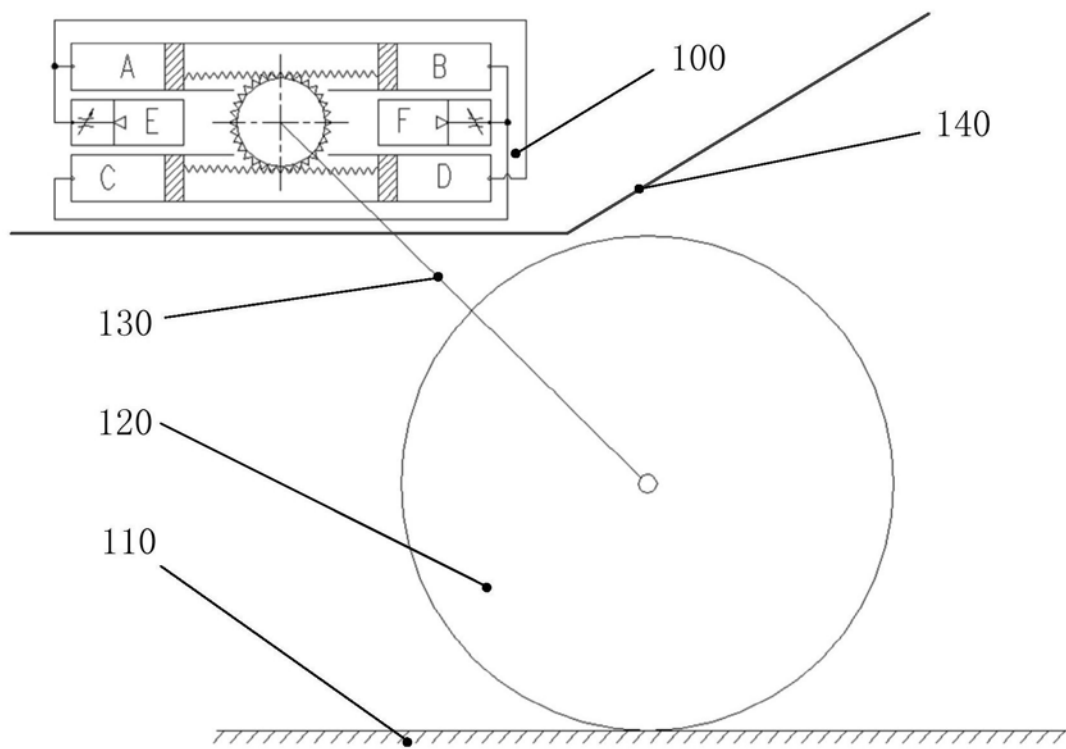


图2

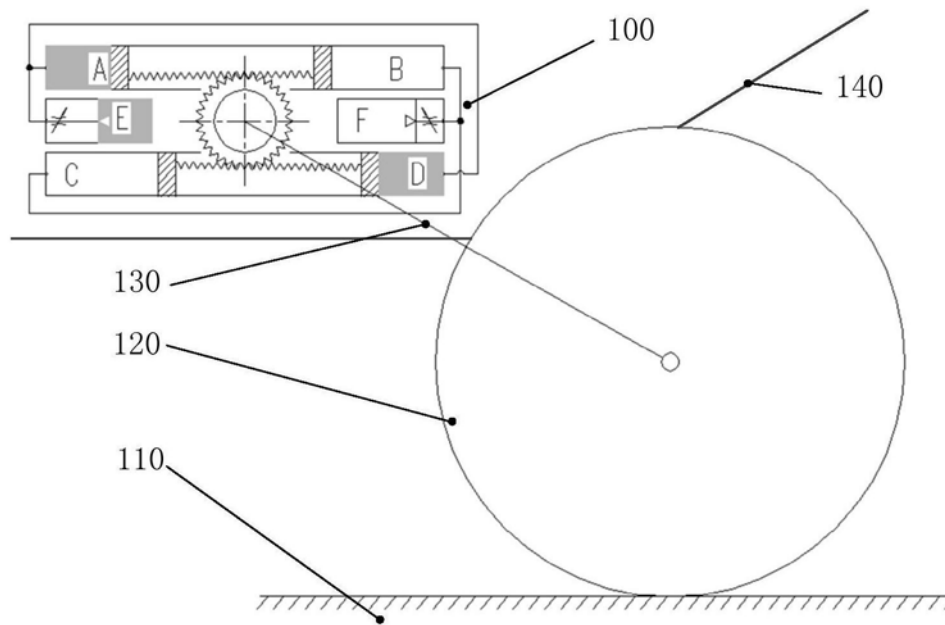


图3

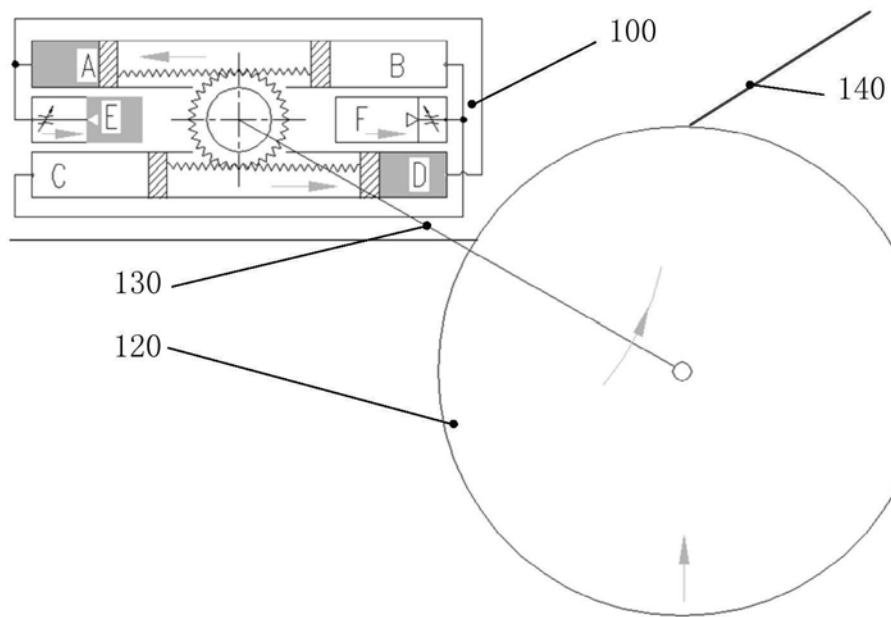


图4

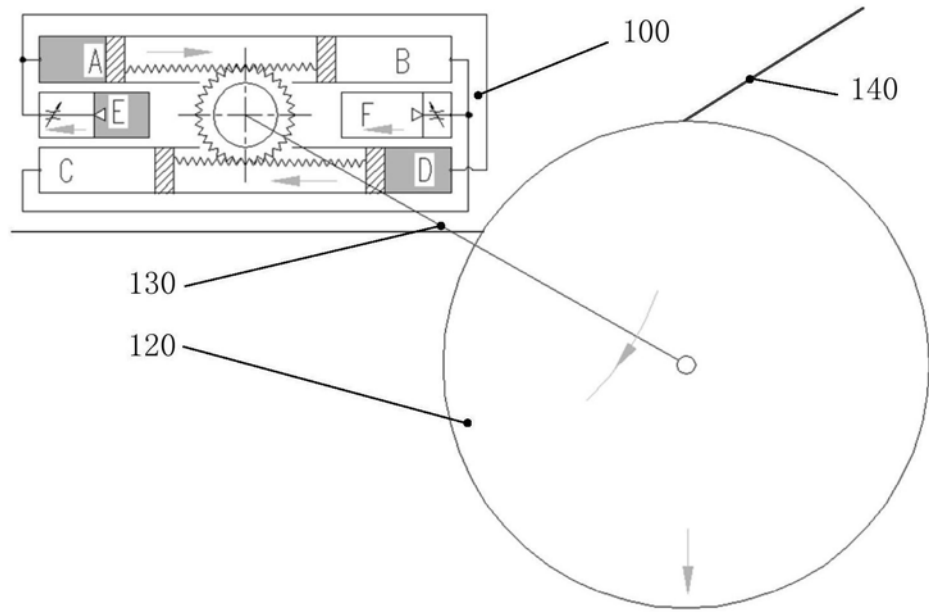


图5

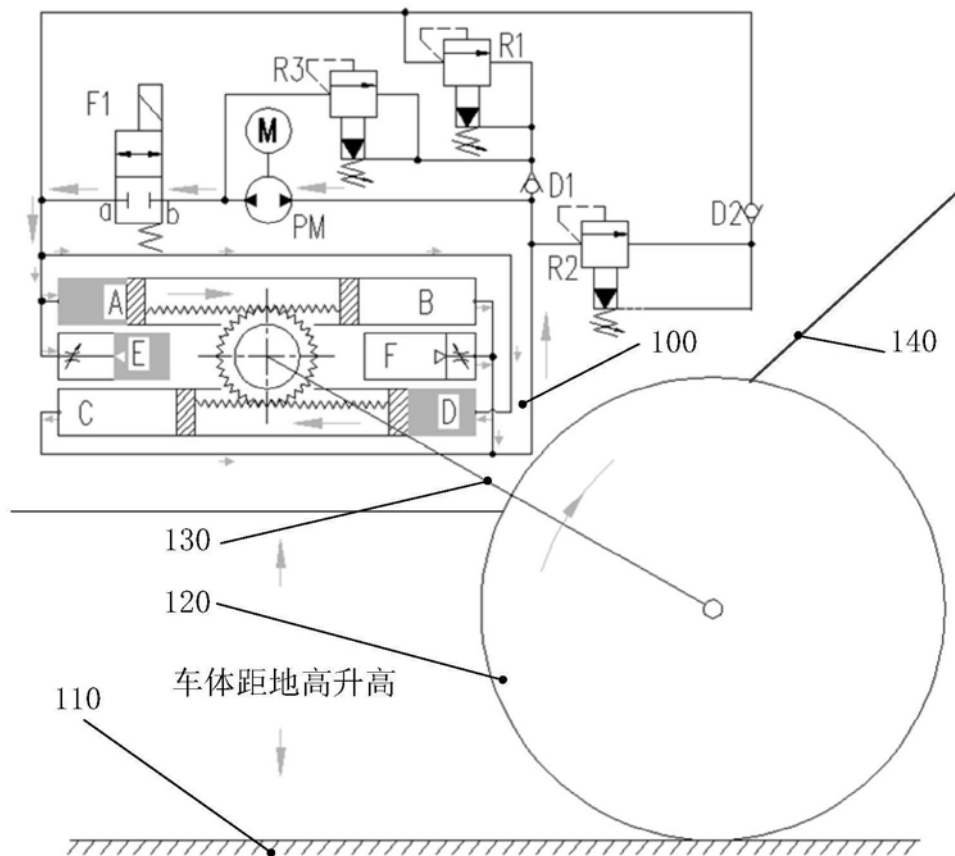


图6

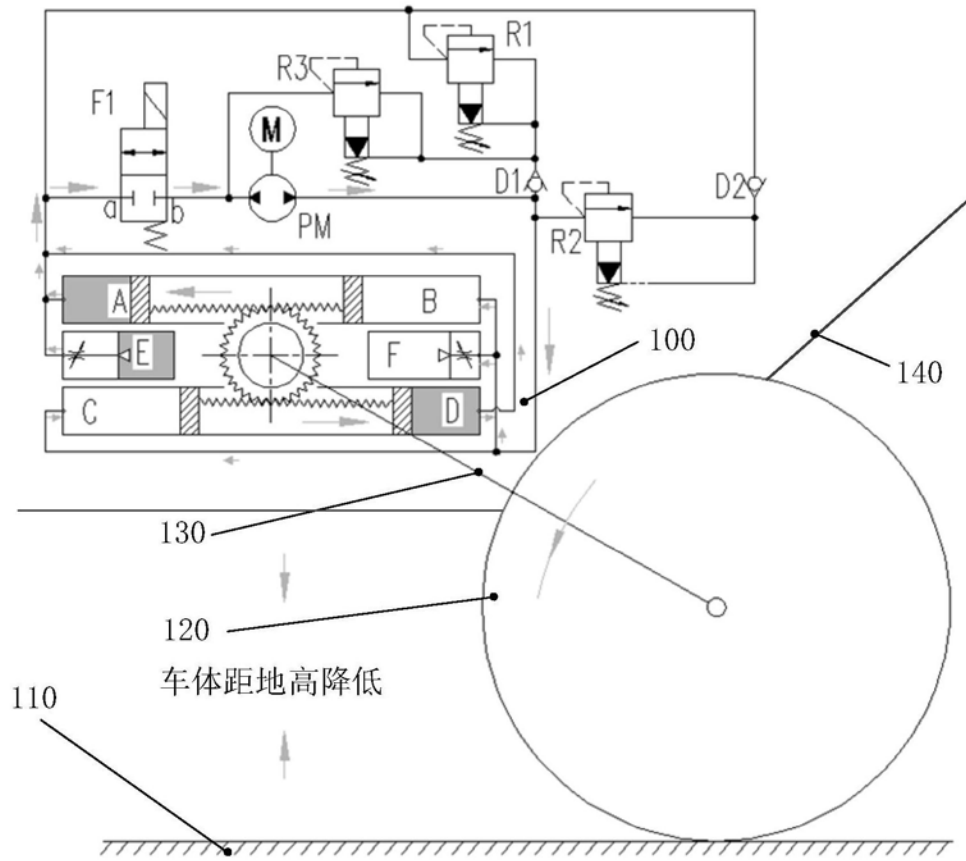


图7

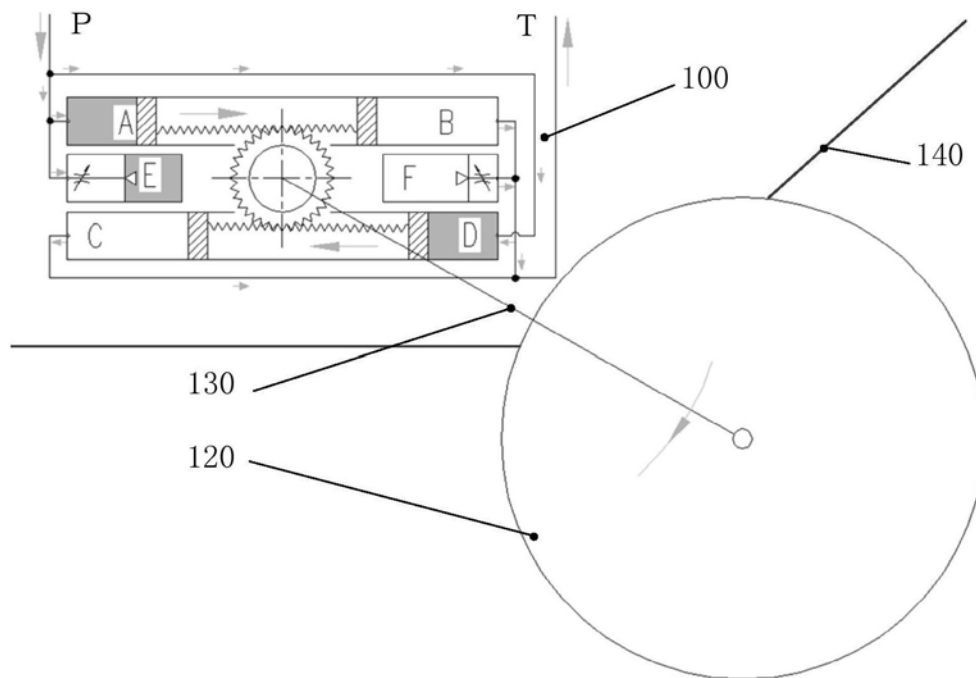


图8

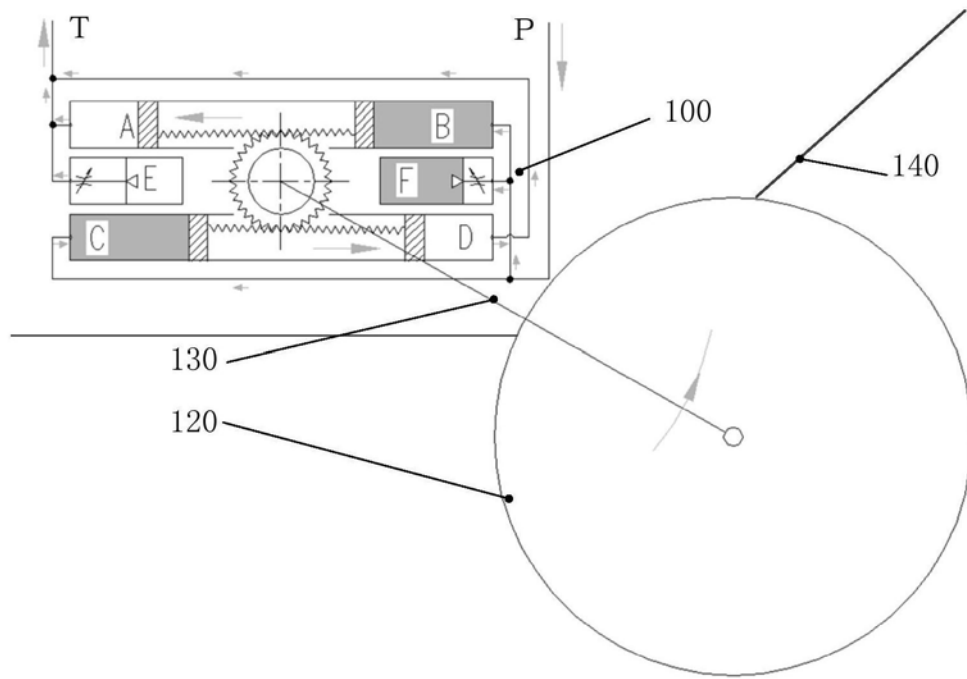


图9