



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109625086 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201811516445.X

(22)申请日 2018.12.13

(71)申请人 王亚

地址 100083 北京市海淀区清华东路17号

(72)发明人 王亚 魏文军

(51)Int.Cl.

B62D 9/02(2006.01)

B60G 17/00(2006.01)

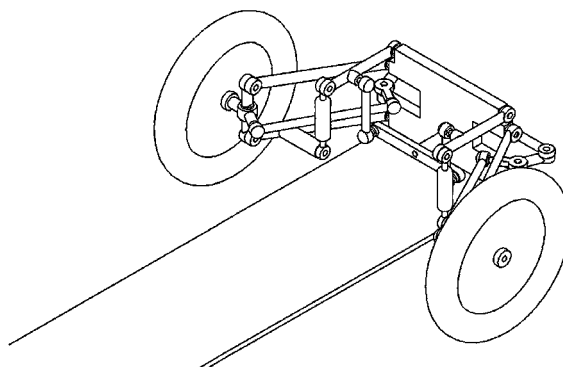
权利要求书3页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

车辆转向侧倾联动装置及主动侧倾车辆

(57)摘要

本发明涉及车辆底盘技术领域,公开了一种车辆转向侧倾联动装置及主动侧倾车辆,车辆转向侧倾联动装置由侧倾机构和转向机构联动组成,侧倾机构包括车身、下拉杆、转向节主轴、上拉杆、减震器、摇杆、转向节、车轮、支撑杆及驱动杆,转向机构由连杆和左、右转向臂及车身形成转向梯形,侧倾机构和转向机构共用同一车身,由左、右平衡杆经球铰链联动,通过车辆转向和车身侧倾双自由度运动,实现了车辆转向与车身侧倾独立控制,车辆行驶过程中可以实现转向侧倾、独立侧倾或独立转向三种工况;应用于车辆转向时车身主动侧倾,以便车辆在过弯时或者驶过倾斜路面时自动倾斜一定角度来抵抗离心力或侧翻力,以保持稳定的行驶姿态。



1. 车辆转向侧倾联动装置,由侧倾机构和转向机构联动组成,其特征在于:

所述的侧倾机构包括:车身、下拉杆、转向节主轴、上拉杆依次顺序转动连接,连接点ABCD为平行四边形,下拉杆两连接点A、B转动轴线与下拉杆夹角 δ ,上拉杆两连接点C、D转动轴线与上拉杆夹角等于 δ ,连接点A、B、C、D转动轴线平行,下拉杆的E点位于平面ABCD外,过E点垂直于各连接点转动轴线形成另一平面 Ω ,平面ABCD与平面 Ω 夹角 $90^\circ - \delta$,在平面 Ω 内:减震器与下拉杆的E点转动连接,减震器另一端与摇杆转动连接,摇杆另一端与车身转动连接,各相对转动轴线平行且垂直于各构件相对运动平面 Ω ;转向节与转向节主轴绕其轴线BC转动连接,转向节联接车轮并控制其方向、车轮绕转向节轴线转动,由车身、下拉杆、转向节主轴、上拉杆、减震器、摇杆、转向节、车轮按以上方式联接形成一组车轮控制机构;两组几何参数、性能参数相同的车轮控制机构ABCDEFGH和A'B'C'D'E'F'G'H'依据给定的轮距d以车身中央纵垂面左右对称布置、共用同一车身,车身中央纵垂面平行于平面 Ω ,驱动杆中点与车身在车身横垂面转动连接、转动轴线位于车身中央纵垂面内,支撑杆一端与驱动杆左端球铰链连接、另一端与左侧摇杆的Z点球铰链连接,另一支撑杆一端与驱动杆右端球铰链连接、另一端与右侧摇杆的Z'点球铰链连接,两支撑杆长度相等,两支撑杆与左、右侧摇杆连接点位置相同;

其中:驱动杆与车身夹角为致动角 α ,当致动角 $\alpha = 90^\circ$ 时、两侧下拉杆共面,此时车身侧倾角 $\beta = 0$,侧倾机构关于车身中央纵垂面对称;当 $\alpha \neq 90^\circ$ 时两车轮相对车身反向运动、沿AD方向移动距离h,车身水平面相对地面夹角为车身侧倾角 β , $\tan\beta = h/d$,致动角 α 改变时车身侧倾角 β 变化;

所述的转向机构包括:转向梯形MSTN由左转向臂、连杆和右转向臂各端点顺序转动连接,以及由左转向臂的M点和右转向臂的N点分别与车身转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于转向梯形MSTN所在的车身水平面,M、N分别位于侧倾机构中车身的AD及A'D'线上同一高度,左转向臂与右转向臂等长, $MN < ST$; $\angle SMN = \angle TNM = \varphi$ 时,转向机构以车身中央纵垂面对称;

所述的侧倾机构和转向机构共用同一车身、具有同一车身中央纵垂面和车身水平面,取转向机构中左转向臂的I点和右转向臂的J点、 $MI = NJ$ 、 $\angle SMI = \angle TNJ = \varphi + (90^\circ - \delta)$,设侧倾机构中左侧的转向节与车轮和转向节主轴联接点分别为U、P,右侧的转向节与车轮和转向节主轴联接点分别为W、Q, $AM = BP = A'N = B'Q$,取侧倾机构中左、右侧转向节的H、K点, $PH = QK = MI$, $\angle UPH = \angle WQK = 180^\circ - (90^\circ - \delta)$;左平衡杆一端与转向机构中左转向臂的I点球铰链连接、另一端与侧倾机构中左侧转向节的H点球铰链连接,右平衡杆一端与转向机构中右转向臂的J点球铰链连接、另一端与侧倾机构中右侧转向节的K点球铰链连接,左平衡杆与右平衡杆等长, $IH = MP = JK = NQ$,形成车辆转向侧倾联动装置;

其中:给定转向角 $\theta = 0$ 时,转向梯形MSTN两底角相等,车辆直线行驶,此时:当致动角 $\alpha = 90^\circ$ 时,车身不侧倾直线行驶,当致动角 $\alpha \neq 90^\circ$ 时,车身侧倾直线行驶;转向角 $\theta \neq 0$ 时,转向梯形MSTN两底角不相等,外车轮偏转角 θ_e 和内车轮偏转角 θ_i 满足阿克曼转向条件,车辆转向行驶,此时:当致动角 $\alpha = 90^\circ$ 时,车身不侧倾转向行驶,当致动角 $\alpha \neq 90^\circ$ 时,车身侧倾转向行驶。

2. 根据权利要求1所述的车辆转向侧倾联动装置,其特征在于,所述的球铰链选用杆端关节轴承、或者向心关节轴承。

3. 根据权利要求1所述的车辆转向侧倾联动装置,其特征在于,所述的致动角 α 是由致动器产生,致动器选用电磁式致动器、或者机电式致动器、或者电液式致动器。

4. 根据权利要求1所述的车辆转向侧倾联动装置,其特征在于,所述的转向角 θ 是由转向器产生,转向器选用齿轮箱式转向器、或者齿轮齿条转向器、或者蜗杆曲柄销式转向器、或者循环球式转向器,转向器由转向作动器直接或间接驱动,实现线控转向。

5. 前轮转向主动侧倾后轮驱动从动侧倾车辆,其特征在于,由一组权利要求1所述的车辆转向侧倾联动装置和一组侧倾悬挂机构在同一车身上按照给定的轴距 L 前后布置、共用同一车身中央纵垂面,双后轮驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,侧倾悬挂机构自适应侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、全轮侧倾特征的车辆;

所述的侧倾悬挂机构,由权利要求1所述的侧倾机构中“转向节与转向节主轴绕其轴线BC转动连接,转向节联接车轮并控制其方向、车轮绕转向节轴线转动”改变为“转向节与转向节主轴垂直固连,转向节联接车轮、车轮转动轴线垂直于平面 Ω ”形成,包括:车身、下拉杆、转向节主轴、上拉杆依次顺序转动连接,连接点ABCD为平行四边形,下拉杆两连接点A、B转动轴线与下拉杆夹角 δ ,上拉杆两连接点C、D转动轴线与上拉杆夹角等于 δ ,连接点A、B、C、D转动轴线平行,下拉杆的E点位于平面ABCD外,过E点垂直于各连接点转动轴线形成另一平面 Ω ,平面ABCD与平面 Ω 夹角 $90^\circ - \delta$,在平面 Ω 内:减震器与下拉杆的E点转动连接,减震器另一端与摇杆转动连接,摇杆另一端与车身转动连接,各相对转动轴线平行且垂直于各构件相对运动平面 Ω ;转向节与转向节主轴垂直固连,转向节联接车轮、车轮转动轴线垂直于平面 Ω ,由车身、下拉杆、转向节主轴、上拉杆、减震器、摇杆、转向节、车轮按以上方式联接形成一组车轮悬挂机构;两组几何参数、性能参数相同的车轮悬挂机构ABCDEFG和A'B'C'D'E'F'G'依据给定的轮距 d 以车身中央纵垂面左右对称布置、共用同一车身,车身中央纵垂面平行于平面 Ω ,驱动杆中点与车身在车身横垂面转动连接、转动轴线位于车身中央纵垂面内,支撑杆一端与驱动杆左端球铰链连接、另一端与左侧摇杆的Z点球铰链连接,另一支撑杆一端与驱动杆右端球铰链连接、另一端与右侧摇杆的Z'点球铰链连接,两支撑杆长度相等,两支撑杆与左、右侧摇杆连接点位置相同。

6. 前轮转向主动侧倾后轮驱动随动侧倾车辆,其特征在于,由一组权利要求1所述的车辆转向侧倾联动装置和一组侧倾随动机构在同一车身上按照给定的轴距 L 前后布置、共用同一车身中央纵垂面,双后轮驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,侧倾随动机构自适应侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、全轮侧倾特征的车辆;

所述的侧倾随动机构包括:左悬架由左下摆杆、左立轴、左上摆杆各端点顺序转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于左悬架所在平面 $A_2B_2C_2D_2$,左半轴与左立轴垂直固连,左半轴联接左后车轮、左后车轮转动轴线平行于平面 $A_2B_2C_2D_2$;右悬架由右下摆杆、右立轴、右上摆杆各端点顺序转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于右悬架所在平面 $A_2E_2F_2D_2$,右半轴与右立轴垂直固连,右半轴联接右后车轮、右后车轮转动轴线平行于平面 $A_2E_2F_2D_2$;车身在 A_2 点与左、右下摆杆转动连接,车身在 D_2 点与左、右上摆杆转动连接,平面 $A_2B_2C_2D_2$ 与平面 $A_2E_2F_2D_2$ 位于同一车身横垂面内,左悬架与右悬架共用车身、共用连接点 A_2 和 D_2 , $B_2C_2 = E_2F_2 = A_2D_2$, $A_2B_2 = C_2D_2 = A_2E_2 = F_2D_2$,后减震器两端分别与左弯杆和右弯杆转动连接,左弯杆另一端与左上摆杆固连,右弯杆另一端与右上摆杆固连,后减震器两连接点 G_2 、 H_2 转动轴线垂直于左、右悬架所在平面。

7. 四轮驱动主动侧倾车辆,其特征在于,由两组相同的权利要求1所述的车辆转向侧倾联动装置在同一车身上按照给定的轴距L前后布置、共用同一车身中央纵垂面,四轮驱动,两组车辆转向侧倾联动装置同步侧倾控制,构成具备全轮转向、全轮驱动、全轮侧倾特征的车辆。

8. 单轮驱动主动侧倾车辆,其特征在于,由一组权利要求1所述的车辆转向侧倾联动装置前置,在同一车身上按照给定的轴距L单轮后置、共用同一车身中央纵垂面,后轮驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、倒三轮特征的车辆。

车辆转向侧倾联动装置及主动侧倾车辆

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车辆转向侧倾联动装置及主动侧倾车辆,属于车辆底盘技术领域,特别涉及车身侧倾条件下的车辆转向技术范畴。

背景技术

[0002] 主动侧倾控制系统通过控制车辆在转弯时向转弯内侧倾斜程度,提高了车辆转弯时的操纵稳定性、平顺性、通行速度和安全性;车身侧倾技术可以使车辆在过弯时或者驶过倾斜路面时自动倾斜一定角度来抵抗离心力,以保持稳定的行驶姿态,车身侧倾通常由车身独立侧倾、车身和车轮联动侧倾两种方式实施,前者车身独立侧倾方式,车身侧倾与车辆转向运动独立进行、互不干涉,可以采用任意的转向机构,但车辆转弯时的操纵稳定性、平顺性稍差;后者车身和车轮联动侧倾方式,车身侧倾与车辆转向运动相互影响,车辆转弯时的操纵稳定性、平顺性和安全性较好,但需要采用两轮独立转向或四轮独立转向技术,采用液压驱动、伺服控制转向车轮或者伺服电机驱动、控制转向车轮满足阿克曼转向条件;而结构简单、工作可靠的等腰梯形转向机构,不满足车辆转向、侧倾条件下的转向技术要求,不能直接应用。申请号为201310395533.X,名称为“轮距调整转向联动机构”的发明专利,提供了在同一运动平面内轮距调整机构与等腰梯形转向机构联动技术方案,实现了轮距调整与车辆转向独立控制,应用于可调整轮距车辆的转向系统;对于车辆转向侧倾技术,由于转向机构运动平面为车身水平面,车辆梯形转向机构布置于车身水平面内,而车身侧倾机构运动平面为车身横垂面或纵垂面,通常车身侧倾机构布置于车身纵垂面内,探索非同一直线平面内车身侧倾机构和车辆转向机构联动、独立控制原理具有理论意义和实用价值。

发明内容

[0003] 本发明目的是要提供一种车辆转向侧倾联动装置及主动侧倾车辆,实现车辆转向与车身侧倾独立控制,应用于车辆转向时车身主动侧倾,以便车辆在过弯时或者驶过倾斜路面时自动倾斜一定角度来抵抗离心力或侧翻力,以保持稳定的行驶姿态。

[0004] 为了达到本发明的目的所采取的技术方案包括:车辆转向侧倾联动装置由侧倾机构和转向机构联动组成;

[0005] 上述的侧倾机构包括:车身1、下拉杆2、转向节主轴3、上拉杆4依次顺序转动连接,连接点ABCD为平行四边形,下拉杆2两连接点A、B转动轴线与下拉杆2夹角 δ ,上拉杆4两连接点C、D转动轴线与上拉杆4夹角等于 δ ,连接点A、B、C、D转动轴线平行,下拉杆2的E点位于平面ABCD外,过E点垂直于各连接点转动轴线形成另一平面 Ω ,平面ABCD与平面 Ω 夹角 $90^\circ - \delta$,在平面 Ω 内:减震器5与下拉杆2的E点转动连接,减震器5另一端与摇杆6转动连接,摇杆6另一端与车身1转动连接,各相对转动轴线平行且垂直于各构件相对运动平面 Ω ,连接点E、F、G在平面 Ω 内;转向节7与转向节主轴3绕其轴线BC转动连接,转向节7联接车轮8并控制其方向、车轮8绕转向节7轴线转动,由车身1、下拉杆2、转向节主轴3、上拉杆4、减震器5、摇杆6、转向节7、车轮8按以上方式联接形成一组车轮控制机构;两组几何参数、性能参数相同的车

轮控制机构ABCDEFGH和A'B'C'D'E'F'G'依据给定的轮距d以车身中央纵垂面左右对称布置、共用同一车身1,车身中央纵垂面平行于平面 Ω ,驱动杆10中点与车身1在车身横垂面转动连接、转动轴线位于车身中央纵垂面内,支撑杆9一端与驱动杆10左端球铰链连接、另一端与左侧摇杆的Z点球铰链连接,另一支撑杆9一端与驱动杆10右端球铰链连接、另一端与右侧摇杆的Z'点球铰链连接,两支撑杆长度相等,两支撑杆与左、右侧摇杆连接点位置相同,构成侧倾机构;侧倾机构中,驱动杆10与车身1夹角为致动角 α ,当致动角 $\alpha=90^\circ$ 时、两侧下拉杆共面,此时车身侧倾角 $\beta=0$,侧倾机构关于车身中央纵垂面对称;当 $\alpha\neq 90^\circ$ 时两车轮相对车身反向运动、沿AD方向移动距离h,车身水平面相对地面夹角为车身侧倾角 β , $\tan\beta=h/d$,致动角 α 改变时车身侧倾角 β 变化,获得侧倾机构的车身侧倾角 β 与致动角 α 关系的侧倾函数 $\beta=f(\alpha)$;

[0006] 上述的转向机构包括:转向梯形MSTN由左转向臂12、连杆11和右转向臂13各端点顺序转动连接,以及由左转向臂12的M点和右转向臂13的N点分别与车身1转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于转向梯形MSTN所在的车身水平面,M、N分别位于侧倾机构中车身1的AD及A'D'线上同一高度、 $AM=A'N$,左转向臂12与右转向臂13等长、 $MS=NT$, $MN<ST$,组成转向机构;两底角相等时, $ST//MN$,此时 $\angle SMN=\angle TNM=\varphi$,转向机构以车身中央纵垂面对称;

[0007] 车辆转向侧倾联动装置包括:侧倾机构和转向机构共用同一车身、具有同一车身中央纵垂面和车身水平面,取转向机构中左转向臂12的I点和右转向臂13的J点、 $MI=NJ$ 、 $\angle SMI=\angle TNJ=\varphi+(90^\circ-\delta)$,设侧倾机构中左侧的转向节7与车轮8和转向节主轴3联接点分别为U、P,右侧的转向节7与车轮8和转向节主轴3联接点分别为W、Q, $AM=BP=A'N=B'Q$,取侧倾机构中左、右侧转向节7的H、K点, $PH=QK=MI$, $\angle UPH=\angle WQK=180^\circ-(90^\circ-\delta)$;左平衡杆14一端与转向机构中左转向臂12的I点球铰链连接、另一端与侧倾机构中左侧转向节7的H点球铰链连接,右平衡杆15一端与转向机构中右转向臂13的J点球铰链连接、另一端与侧倾机构中右侧转向节7的K点球铰链连接,左平衡杆14与右平衡杆15等长, $IH=MP=JK=NQ$,形成车辆转向侧倾联动装置;车辆转向侧倾联动装置中,给定转向角 $\theta=0$ 时,转向梯形MSTN两底角相等,车辆直线行驶,此时:当致动角 $\alpha=90^\circ$ 时,车身不侧倾直线行驶,当致动角 $\alpha\neq 90^\circ$ 时,车身侧倾直线行驶;转向角 $\theta\neq 0$ 时,转向梯形MSTN两底角不相等,外车轮偏转角 θ_e 和内车轮偏转角 θ_i 满足阿克曼转向条件,车辆转向行驶,此时:当致动角 $\alpha=90^\circ$ 时,车身不侧倾转向行驶,当致动角 $\alpha\neq 90^\circ$ 时,车身侧倾转向行驶;车辆转向侧倾联动装置通过车辆转向和车身侧倾双自由度运动,实现车身侧倾与车辆转向独立控制。

[0008] 上述的车辆转向侧倾联动装置中,球铰链选用杆端关节轴承、或者向心关节轴承。

[0009] 上述的车辆转向侧倾联动装置中,致动角 α 是由致动器产生,致动器选用电磁式致动器、或者机电式致动器、或者电液式致动器;由致动角 α 确定侧倾机构位置,通过侧倾函数 $\beta=f(\alpha)$,获得车身侧倾角 β 。

[0010] 上述的车辆转向侧倾联动装置中,转向角 θ 是由转向器产生,转向器选用齿轮箱式转向器、或者齿轮齿条转向器、或者蜗杆曲柄销式转向器、或者循环球式转向器,且此转向器可以由转向作动器直接或间接驱动,实现线控转向;由转向角 θ 确定转向机构位置,对应外车轮偏转角 θ_e 、内车轮偏转角 θ_i ,满足阿克曼转向条件,获得车辆转弯半径R。

[0011] 前轮转向主动侧倾后轮驱动从动侧倾车辆包括:由一组车辆转向侧倾联动装置和

一组侧倾悬挂机构在同一车身上按照给定的轴距 L 前后布置、共用同一车身中央纵垂面,双后轮驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,侧倾悬挂机构自适应侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、全轮侧倾特征的两轮驱动主动侧倾车辆;

[0012] 上述的侧倾悬挂机构,由侧倾机构中“转向节7与转向节主轴3绕其轴线BC转动连接,转向节7联接车轮8并控制其方向、车轮8绕转向节7轴线转动”改变为“转向节7与转向节主轴3垂直固连,转向节7联接车轮8、车轮8转动轴线垂直于平面 Ω ”形成,包括:车身1、下拉杆2、转向节主轴3、上拉杆4依次顺序转动连接,连接点ABCD为平行四边形,下拉杆2两连接点A、B转动轴线与下拉杆2夹角 δ ,上拉杆4两连接点C、D转动轴线与上拉杆4夹角等于 δ ,连接点A、B、C、D转动轴线平行,下拉杆2的E点位于平面ABCD外,过E点垂直于各连接点转动轴线形成另一平面 Ω ,平面ABCD与平面 Ω 夹角 $90^\circ - \delta$,在平面 Ω 内:减震器5与下拉杆2的E点转动连接,减震器5另一端与摇杆6转动连接,摇杆6另一端与车身1转动连接,各相对转动轴线平行且垂直于各构件相对运动平面 Ω ,连接点E、F、G在平面 Ω 内;转向节7与转向节主轴3垂直固连,转向节7联接车轮8、车轮8转动轴线垂直于平面 Ω ,由车身1、下拉杆2、转向节主轴3、上拉杆4、减震器5、摇杆6、转向节7、车轮8按以上方式联接形成一组车轮悬挂机构;两组几何参数、性能参数相同的车轮悬挂机构ABCDEFGH和A'B'C'D'E'F'G'依据给定的轮距 d 以车身中央纵垂面左右对称布置、共用同一车身1,车身中央纵垂面平行于平面 Ω ,驱动杆10中点与车身1在车身横垂面转动连接、转动轴线位于车身中央纵垂面内,支撑杆9一端与驱动杆10左端球铰链连接、另一端与左侧摇杆的Z点球铰链连接,另一支撑杆9一端与驱动杆10右端球铰链连接、另一端与右侧摇杆的Z'点球铰链连接,两支撑杆长度相等,两支撑杆与左、右侧摇杆连接点位置相同,构成侧倾悬挂机构;侧倾悬挂机构中,当车身侧倾角 $\beta = 0$ 时,两下拉杆2共面、驱动杆10与车身1夹角 $\alpha = 90^\circ$,当车身侧倾角 $\beta \neq 0$ 时,两车轮相对车身反向移动,驱动杆10与车身1自适应夹角为 α 。

[0013] 前轮转向主动侧倾后轮驱动随动侧倾车辆包括:由一组车辆转向侧倾联动装置和一组侧倾随动机构在同一车身上按照给定的轴距 L 前后布置、共用同一车身中央纵垂面,双后轮驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,侧倾随动机构自适应侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、全轮侧倾特征的两轮驱动主动侧倾车辆;

[0014] 上述的侧倾随动机构包括:左悬架由左下摆杆21、左立轴23、左上摆杆25各端点顺序转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于左悬架所在平面 $A_2B_2C_2D_2$,左半轴29与左立轴23垂直固连,左半轴29联接左后车轮31、左后车轮31转动轴线平行于平面 $A_2B_2C_2D_2$;右悬架由右下摆杆22、右立轴24、右上摆杆26各端点顺序转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于右悬架所在平面 $A_2E_2F_2D_2$,右半轴30与右立轴24垂直固连,右半轴30联接右后车轮32、右后车轮32转动轴线平行于平面 $A_2E_2F_2D_2$;车身1在 A_2 点与左、右下摆杆转动连接,车身1在 D_2 点与左、右上摆杆转动连接,平面 $A_2B_2C_2D_2$ 与平面 $A_2E_2F_2D_2$ 位于同一车身横垂面内,左悬架与右悬架共用车身1、共用连接点 A_2 和 D_2 , $B_2C_2 = E_2F_2 = A_2D_2$, $A_2B_2 = C_2D_2 = A_2E_2 = F_2D_2$,后减震器20两端分别与左弯杆27和右弯杆28转动连接,左弯杆27另一端与左上摆杆25固连,右弯杆28另一端与右上摆杆26固连,后减震器20两连接点 G_2 、 H_2 转动轴线垂直于左、右悬架所在平面,形成侧倾随动机构;侧倾随动机构中,当车身侧倾角 $\beta = 0$ 时,左上摆杆与车身夹角 $\alpha_2 = 90^\circ$,当车身侧倾角 $\beta \neq 0$ 时,两车轮相对车身等距离反向移动,左上摆杆与车身自适应夹角为 α_2 。

[0015] 四轮驱动主动侧倾车辆包括:由两组相同的车辆转向侧倾联动装置在同一车身上按照给定的轴距L前后布置、共用同一车身中央纵垂面,四轮驱动,两组车辆转向侧倾联动装置同步侧倾控制,构成具备全轮转向、全轮驱动、全轮侧倾特征的四轮驱动主动侧倾车辆;具备附着力大,转弯半径小,地面适应性好特点。

[0016] 单轮驱动主动侧倾车辆包括:由一组车辆转向侧倾联动装置前置,在同一车身上按照给定的轴距L单轮后置、共用同一车身中央纵垂面,后轮驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、倒三轮特征的单轮驱动主动侧倾车辆;具备体积小,机动、灵活特点。

[0017] 设转向节主轴距k、车速v、重力加速度g,车辆转向侧倾联动装置为双自由度运动系统,车身侧倾与车辆转向可以独立进行、也可同时完成,因此,车辆行驶过程中可以实现转向侧倾、独立侧倾或独立转向三种运行模式:①车辆高速行驶转弯时,给出转向角 θ ,由转向器驱动转向机构获得外车轮偏转角 θ_e 、内车轮偏转角 θ_i ,满足阿克曼转向条件: $\cot(\theta_e) - \cot(\theta_i) = k/L$,转弯半径 $R = L \cot(\theta_i) + k/2$,转弯时力平衡条件: $mg \times \tan q = mv \times v/R$,由 $\tan q = v \times v / (gR)$ 解出重心侧倾角q,获得了重心侧倾角q与转向角 θ 、车速v的函数关系 $q = h(\theta, v)$,取车身侧倾角 $\beta = q$,由侧倾函数 $\beta = f(\alpha)$ 解出致动角 α ,由致动器产生致动角 α 驱动侧倾机构,实现车身侧倾、抵抗转弯离心力,以保持车辆高速行驶的稳定性;②车辆在横向坡度地面行驶时,由倾角传感器动态读取地面横向坡度角 β ,取车身侧倾角 $\beta = -p$,由侧倾函数 $\beta = f(\alpha)$ 解出致动角 α ,由致动器产生致动角 α 驱动侧倾机构,实现车身侧倾、抵抗地形变化引起车辆侧翻力,以保持车辆稳定的行驶姿态;③车辆低速行驶时,取 $\alpha = 90^\circ$ 、 $\beta = 0$,在一定范围内 θ 可以任意取值,由转向器驱动转向机构,获得相对应的外车轮偏转角 θ_e 、内车轮偏转角 θ_i ,满足阿克曼转向条件,实现低速行驶、转向不侧倾,以保持车辆行驶平顺性。

[0018] 本发明的有益效果在于,所提出的一种车辆转向侧倾联动装置及主动侧倾车辆,实现了车辆转向与车身侧倾独立控制,车辆行驶过程中可以实现转向侧倾、独立侧倾或独立转向三种工况;应用于车辆转向时车身主动侧倾,以便车辆在过弯时或者驶过倾斜路面时自动倾斜一定角度来抵抗离心力或侧翻力,以保持稳定的行驶姿态。

附图说明

[0019] 图1为车轮控制机构简图;

[0020] 图2为侧倾机构组成原理图;

[0021] 图3为转向机构组成原理图;

[0022] 图4为转向机构转向原理图;

[0023] 图5为车辆转向侧倾联动装置组成原理图;

[0024] 图6为车辆转向侧倾联动装置俯视原理图;

[0025] 图7为侧倾悬挂机构简图;

[0026] 图8为侧倾随动机构简图;

[0027] 图9为前轮转向主动侧倾后轮驱动从动侧倾车辆组成原理图;

[0028] 图10为前轮转向主动侧倾后轮驱动随动侧倾车辆组成原理图;

[0029] 图11为四轮驱动主动侧倾车辆组成原理图;

[0030] 图12为单轮驱动主动侧倾车辆组成原理图;

[0031] 图中:1--车身,2--下拉杆,3--转向节主轴,4--上拉杆,5--减震器,6--摇杆,7--转向节,8--车轮,9--支撑杆,10--驱动杆,11--连杆,12--左转向臂,13--右转向臂,14--左平衡杆,15--右平衡杆,20--后减震器,21--左下摆杆,22--右下摆杆,23--左立轴,24--右立轴,25--左上摆杆,26--右上摆杆,27--左弯杆,28--右弯杆,29--左半轴,30--右半轴,31--左后车轮,32--右后车轮。

具体实施方式

[0032] 下面根据附图对本发明的实施例进行描述。

[0033] 车辆转向侧倾联动装置由侧倾机构和转向机构联动组成(如图5所示);

[0034] 图2所示的侧倾机构组成原理图,侧倾机构包括:车身1、下拉杆2、转向节主轴3、上拉杆4依次顺序转动连接,连接点ABCD为平行四边形,下拉杆2两连接点A、B转动轴线与下拉杆2夹角 δ ,上拉杆4两连接点C、D转动轴线与上拉杆4夹角等于 δ ,连接点A、B、C、D转动轴线平行,下拉杆2的E点位于平面ABCD外,过E点垂直于各连接点转动轴线形成另一平面 Ω ,平面ABCD与平面 Ω 夹角 $90^\circ - \delta$,在平面 Ω 内:减震器5与下拉杆2的E点转动连接,减震器5另一端与摇杆6转动连接,摇杆6另一端与车身1转动连接,各相对转动轴线平行且垂直于各构件相对运动平面 Ω ,连接点E、F、G在平面 Ω 内;转向节7与转向节主轴3绕其轴线BC转动连接,转向节7联接车轮8并控制其方向、车轮8绕转向节7轴线转动,由车身1、下拉杆2、转向节主轴3、上拉杆4、减震器5、摇杆6、转向节7、车轮8按以上方式联接形成一组车轮控制机构(如图1所示);两组几何参数、性能参数相同的车轮控制机构ABCDEFG和A'B'C'D'E'F'G'依据给定的轮距d以车身中央纵垂面左右对称布置、共用同一车身1,车身中央纵垂面平行于平面 Ω ,驱动杆10中点与车身1在车身横垂面转动连接、转动轴线位于车身中央纵垂面内,支撑杆9一端与驱动杆10左端球铰链连接、另一端与左侧摇杆的Z点球铰链连接,另一支撑杆9一端与驱动杆10右端球铰链连接、另一端与右侧摇杆的Z'点球铰链连接,两支撑杆长度相等,两支撑杆与左、右侧摇杆连接点位置相同,构成侧倾机构;由车身中央纵垂面、车身横垂面及车身水平面构成车身正交坐标系平面,驱动杆相对车身转动至与车身水平面平行时:两侧下拉杆共面、两侧上拉杆共面、两侧摇杆共面,所形成的三个平面均平行于车身水平面。

[0035] 侧倾机构中,驱动杆10与车身1夹角为致动角 α ,当致动角 $\alpha = 90^\circ$ 时、两侧下拉杆共面,此时车身侧倾角 $\beta = 0$,侧倾机构关于车身中央纵垂面对称(如图2所示);当 $\alpha \neq 90^\circ$ 时两车轮相对车身反向运动、沿AD方向移动距离h,车身水平面相对地面夹角为车身侧倾角 β , $\tan\beta = h/d$,致动角 α 改变时车身侧倾角 β 变化,获得侧倾机构的车身侧倾角 β 与致动角 α 关系的侧倾函数 $\beta = f(\alpha)$;设车辆转向时,车轮最大偏转角 θ_m ,取 $\delta \leq 90^\circ - \theta_m$,避免车辆转向时车轮与上、下拉杆干涉。

[0036] 图3所示的转向机构组成原理图,转向机构包括:转向梯形MSTN由左转向臂12、连杆11和右转向臂13各端点顺序转动连接,以及由左转向臂12的M点和右转向臂13的N点分别与车身1转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于转向梯形MSTN所在的车身水平面,M、N分别位于侧倾机构中车身1的AD及A'D'线上同一高度、 $AM = A'N$,左转向臂12与右转向臂13等长、 $MS = NT$, $MN < ST$,组成转向机构;两底角相等时, $ST \parallel MN$,此时 $\angle SMN = \angle TNM = \varphi$,转向机构以车身中央纵垂面对称。

[0037] 图5所示的车辆转向侧倾联动装置组成原理图,车辆转向侧倾联动装置包括:侧倾

机构和转向机构共用同一车身、具有同一车身中央纵垂面和车身水平面,取转向机构中左转向臂12的I点和右转向臂13的J点、 $MI=NJ$ 、 $\angle SMI=\angle TNJ=\varphi+(90^\circ-\delta)$, $\triangle SMI \cong \triangle TNJ$;设侧倾机构中左侧的转向节7与车轮8和转向节主轴3联接点分别为U、P,右侧的转向节7与车轮8和转向节主轴3联接点分别为W、Q, $AM=BP=A'N=B'Q$,取侧倾机构中左、右侧转向节7的H、K点, $PH=QK=MI$, $\angle UPH=\angle WQK=180^\circ-(90^\circ-\delta)$;左平衡杆14一端与转向机构中左转向臂12的I点球铰链连接、另一端与侧倾机构中左侧转向节7的H点球铰链连接,右平衡杆15一端与转向机构中右转向臂13的J点球铰链连接、另一端与侧倾机构中右侧转向节7的K点球铰链连接,左平衡杆14与右平衡杆15等长, $IH=MP=JK=NQ$,如图3、图6所示,形成车辆转向侧倾联动装置。

[0038] 车辆转向侧倾联动装置中,对于图2-7中,球铰链选用杆端关节轴承GB/T 9161-2001,或者选用向心关节轴承GB/T 9163-2001。

[0039] 车辆转向侧倾联动装置中,给定转向角 $\theta=0$ 时,转向梯形MSTN两底角相等,车辆直线行驶,此时:当致动角 $\alpha=90^\circ$ 时,车身不侧倾直线行驶,当致动角 $\alpha \neq 90^\circ$ 时,车身侧倾直线行驶;转向角 $\theta \neq 0$ 时,转向梯形MSTN两底角不相等,外车轮偏转角 θ_e 和内车轮偏转角 θ_i 满足阿克曼转向条件,如图4所示,车辆转向行驶,此时:当致动角 $\alpha=90^\circ$ 时,车身不侧倾转向行驶,当致动角 $\alpha \neq 90^\circ$ 时,车身侧倾转向行驶;车辆转向侧倾联动装置通过车辆转向和车身侧倾双自由度运动,实现车身侧倾与车辆转向独立控制。

[0040] 车辆转向侧倾联动装置中,致动角 α 是由致动器产生,致动器选用电磁式致动器、或者机电式致动器、或者电液式致动器;致动器输出轴驱动侧倾机构的驱动杆10相对车身1转动,由致动角 α 确定侧倾机构位置,通过侧倾函数 $\beta=f(\alpha)$,获得车身侧倾角 β 。转向角 θ 是由转向器产生,转向器选用齿轮箱式转向器、或者齿轮齿条转向器、或者蜗杆曲柄销式转向器、或者循环球式转向器,且此转向器可以由转向作动器直接或间接驱动,实现线控转向;转向器输出轴驱动转向机构的左转向臂12绕M点转动或者右转向臂13绕N点转动,由转向角 θ 确定转向机构位置,对应外车轮偏转角 θ_e 、内车轮偏转角 θ_i ,满足阿克曼转向条件,获得车辆转弯半径R。

[0041] 图7所示的侧倾悬挂机构简图,侧倾悬挂机构由侧倾机构中“转向节7与转向节主轴3绕其轴线BC转动连接,转向节7联接车轮8并控制其方向、车轮8绕转向节7轴线转动”改变为“转向节7与转向节主轴3垂直固连,转向节7联接车轮8、车轮8转动轴线垂直于平面 Ω ”形成,包括:车身1、下拉杆2、转向节主轴3、上拉杆4依次顺序转动连接,连接点ABCD为平行四边形,下拉杆2两连接点A、B转动轴线与下拉杆2夹角 δ ,上拉杆4两连接点C、D转动轴线与上拉杆4夹角等于 δ ,连接点A、B、C、D转动轴线平行,下拉杆2的E点位于平面ABCD外,过E点垂直于各连接点转动轴线形成另一平面 Ω ,平面ABCD与平面 Ω 夹角 $90^\circ-\delta$,在平面 Ω 内:减震器5与下拉杆2的E点转动连接,减震器5另一端与摇杆6转动连接,摇杆6另一端与车身1转动连接,各相对转动轴线平行且垂直于各构件相对运动平面 Ω ,连接点E、F、G在平面 Ω 内;转向节7与转向节主轴3垂直固连,转向节7联接车轮8、车轮8转动轴线垂直于平面 Ω ,由车身1、下拉杆2、转向节主轴3、上拉杆4、减震器5、摇杆6、转向节7、车轮8按以上方式联接形成一组车轮悬挂机构;两组几何参数、性能参数相同的车轮悬挂机构ABCDEF和A'B'C'D'E'F'G'依据给定的轮距d以车身中央纵垂面左右对称布置、共用同一车身1,车身中央纵垂面平行于平面 Ω ,驱动杆10中点与车身1在车身横垂面转动连接、转动轴线位于车身中央纵垂面

内,支撑杆9一端与驱动杆10左端球铰链连接、另一端与左侧摇杆的Z点球铰链连接,另一支撑杆9一端与驱动杆10右端球铰链连接、另一端与右侧摇杆的Z'点球铰链连接,两支撑杆长度相等,两支撑杆与左、右侧摇杆连接点位置相同,构成侧倾悬挂机构。

[0042] 侧倾悬挂机构中,当车身侧倾角 $\beta=0$ 时,两下拉杆2共面、驱动杆10与车身1夹角 $\alpha=90^\circ$,当车身侧倾角 $\beta\neq 0$ 时,两车轮相对车身反向移动,驱动杆10与车身1自适应夹角为 α ;侧倾悬挂机构中车身侧倾角 β 为自变量,由车身侧倾角 β 变化引起自适应夹角 α 改变,由侧倾函数 $\beta=f(\alpha)$ 逆解,获得侧倾悬挂机构的自适应夹角 α 与车身侧倾角 β 的函数关系 $\alpha=s(\beta)$,图7为自适应夹角 $\alpha=90^\circ$ 时的侧倾悬挂机构简图。

[0043] 图9所示的前轮转向主动侧倾后轮驱动从动侧倾车辆组成原理图,前轮转向主动侧倾后轮驱动从动侧倾车辆包括:由一组车辆转向侧倾联动装置和一组侧倾悬挂机构在同一车身上按照给定的轴距L前后布置、共用同一车身中央纵垂面,取车辆转向侧倾联动装置的侧倾机构与侧倾悬挂机构中相同名称杆件长度相等,形状、几何尺寸相同,前轮轮距与后轮轮距相等,双后轮液压马达驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,给定致动角 α 时、车身侧倾角 β ,侧倾悬挂机构自适应侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、全轮侧倾特征的两轮驱动主动侧倾车辆。

[0044] 图8所示的侧倾随动机构简图,侧倾随动机构包括:左悬架由左下摆杆21、左立轴23、左上摆杆25各端点顺序转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于左悬架所在平面 $A_2B_2C_2D_2$,左半轴29与左立轴23垂直固连,左半轴29联接左后车轮31、左后车轮31转动轴线平行于平面 $A_2B_2C_2D_2$;右悬架由右下摆杆22、右立轴24、右上摆杆26各端点顺序转动连接构成,各相对转动轴线平行且垂直于右悬架所在平面 $A_2E_2F_2D_2$,右半轴30与右立轴24垂直固连,右半轴30联接右后车轮32、右后车轮32转动轴线平行于平面 $A_2E_2F_2D_2$;车身1在 A_2 点与左、右下摆杆转动连接,车身1在 D_2 点与左、右上摆杆转动连接,平面 $A_2B_2C_2D_2$ 与平面 $A_2E_2F_2D_2$ 位于同一车身横垂面内,左悬架与右悬架共用车身1、共用连接点 A_2 和 D_2 , $B_2C_2=E_2F_2=A_2D_2$, $A_2B_2=C_2D_2=A_2E_2=F_2D_2$,后减震器20两端分别与左弯杆27和右弯杆28转动连接,左弯杆27另一端与左上摆杆25固连,右弯杆28另一端与右上摆杆26固连,后减震器20两连接点 G_2 、 H_2 转动轴线垂直于左、右悬架所在平面,形成侧倾随动机构。

[0045] 侧倾随动机构中,当车身侧倾角 $\beta=0$ 时,左上摆杆与车身夹角 $\alpha_2=90^\circ$,当车身侧倾角 $\beta\neq 0$ 时,两车轮相对车身等距离反向移动,左上摆杆与车身自适应夹角为 α_2 ,侧倾随动机构中车身侧倾角 β 为自变量,由车身侧倾角 β 变化引起自适应夹角 α_2 改变,图8为自适应夹角 $\alpha_2=90^\circ$ 时的侧倾随动机构简图。

[0046] 图10所示的前轮转向主动侧倾后轮驱动随动侧倾车辆组成原理图,前轮转向主动侧倾后轮驱动随动侧倾车辆包括:由一组车辆转向侧倾联动装置和一组侧倾随动机构在同一车身上按照给定的轴距L前后布置、共用同一车身中央纵垂面,前轮轮距与后轮轮距相等,双后轮液压马达驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,给定致动角 α 时、车身侧倾角 β ,侧倾随动机构自适应侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、全轮侧倾特征的两轮驱动主动侧倾车辆。

[0047] 图11所示的四轮驱动主动侧倾车辆组成原理图,由两组相同的车辆转向侧倾联动装置在同一车身上按照给定的轴距L前后布置、共用同一车身中央纵垂面,前、后两机构中相同名称杆件长度相等,形状、几何尺寸相同,前轮轮距与后轮轮距相等,四轮轮毂电机驱

动,前、后两侧倾机构的致动角 α_1 、 α_2 ,所对应的车身侧倾角 β_1 、 β_2 ,取致动角 $\alpha=\alpha_1=\alpha_2$,则车身侧倾角 $\beta=\beta_1=\beta_2$,实现同步侧倾控制,构成具备全轮转向、全轮驱动、全轮侧倾特征的四轮驱动主动侧倾车辆;具备附着力大,转弯半径小,地面适应性好特点。

[0048] 图12所示的单轮驱动主动侧倾车辆组成原理图,由一组车辆转向侧倾联动装置前置,在同一车身上按照给定的轴距L单轮后置、共用同一车身中央纵垂面,单个后轮由摆臂与减震器联接到车身上,后轮轮毂电机驱动,车辆转向侧倾联动装置控制车身侧倾,构成具备前轮转向、后轮驱动、倒三轮特征的单轮驱动主动侧倾车辆;具备体积小,机动、灵活特点。

[0049] 结合图4、5、6、9或10所示的车辆转向侧倾联动装置工作原理图,设转向节主轴距离k、车速v、重力加速度g,车辆转向侧倾联动装置为双自由度运动系统,车身侧倾与车辆转向可以独立进行、也可同时完成,因此,车辆行驶过程中可以实现转向侧倾、独立侧倾或独立转向三种运行模式,车辆侧倾控制方法为:

[0050] ①、车辆高速行驶转弯时,给出转向角 θ ,由转向器驱动转向机构获得外车轮偏转角 θ_e 、内车轮偏转角 θ_i ,满足阿克曼转向条件: $\cot(\theta_e)-\cot(\theta_i)=k/L$,转弯半径 $R=L\cot(\theta_i)+k/2$,转弯时力平衡条件: $mg\tan q=mv\times v/R$,由 $\tan q=v\times v/(gR)$ 解出重心侧倾角q,获得了重心侧倾角q与转向角 θ 、车速v的函数关系 $q=h(\theta,v)$,取车身侧倾角 $\beta=q$,由侧倾函数 $\beta=f(\alpha)$ 解出致动角 α ,由致动器产生致动角 α 驱动侧倾机构,实现车身侧倾、抵抗转弯离心力,以保持车辆高速行驶的稳定性;

[0051] ②、车辆在横向坡度地面行驶时,由倾角传感器动态读取地面横向坡度角p,取车身侧倾角 $\beta=-p$,由侧倾函数 $\beta=f(\alpha)$ 解出致动角 α ,由致动器产生致动角 α 驱动侧倾机构,实现车身侧倾、抵抗地形变化引起车辆侧翻力,以保持车辆稳定的行驶姿态;

[0052] ③、车辆低速行驶时,取 $\alpha=90^\circ$ 、 $\beta=0$,在一定范围内 θ 可以任意取值,由转向器驱动转向机构,获得相对应的外车轮偏转角 θ_e 、内车轮偏转角 θ_i ,满足阿克曼转向条件,实现低速行驶、转向不侧倾,以保持车辆行驶平顺性。

[0053] 通过以上实施例,本发明所提出的一种车辆转向侧倾联动装置及主动侧倾车辆,实现了车辆转向与车身侧倾独立控制,车辆行驶过程中可以实现转向侧倾、独立侧倾或独立转向三种工况;进一步提出了基于车辆转向侧倾联动装置的主动侧倾车辆,应用于车辆转向时车身主动侧倾,以便车辆在过弯时或者驶过倾斜路面时自动倾斜一定角度来抵抗离心力或侧翻力,以保持稳定的行驶姿态。

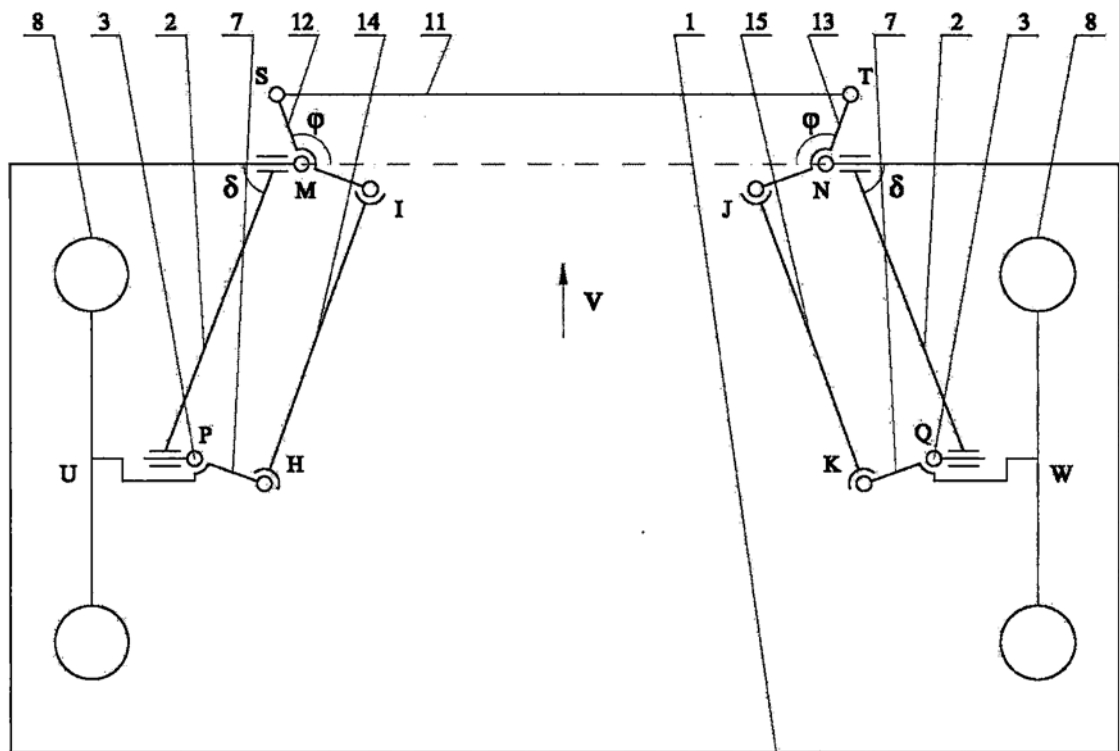


图3

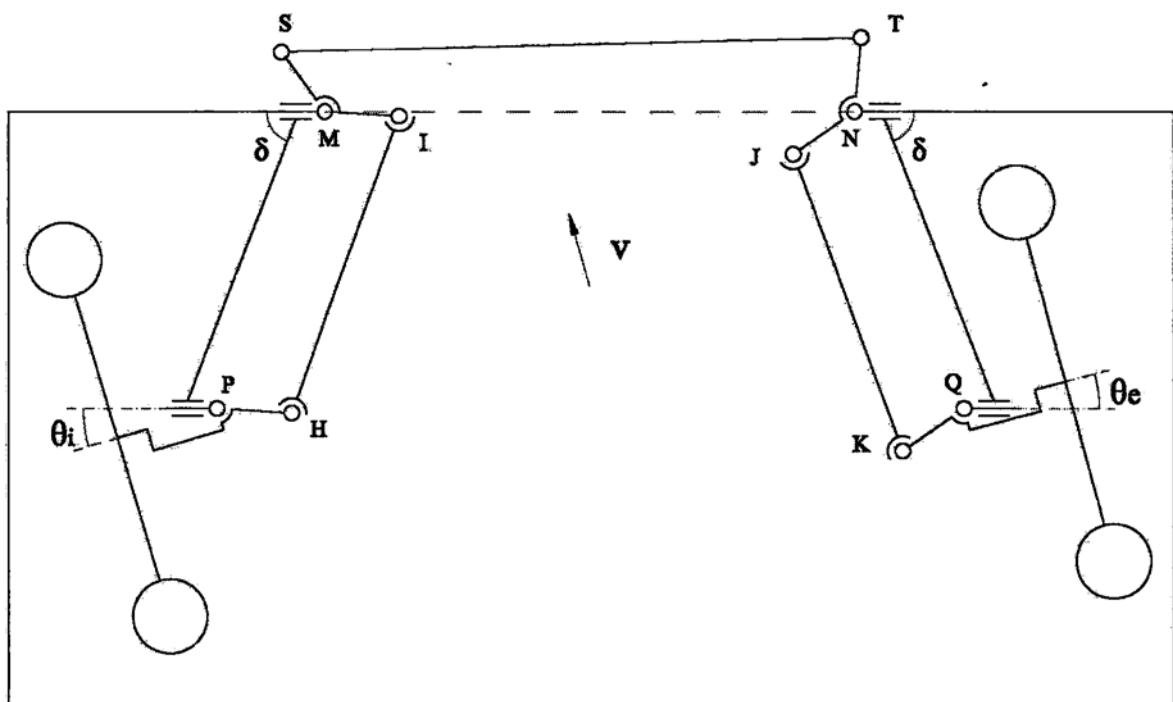


图4

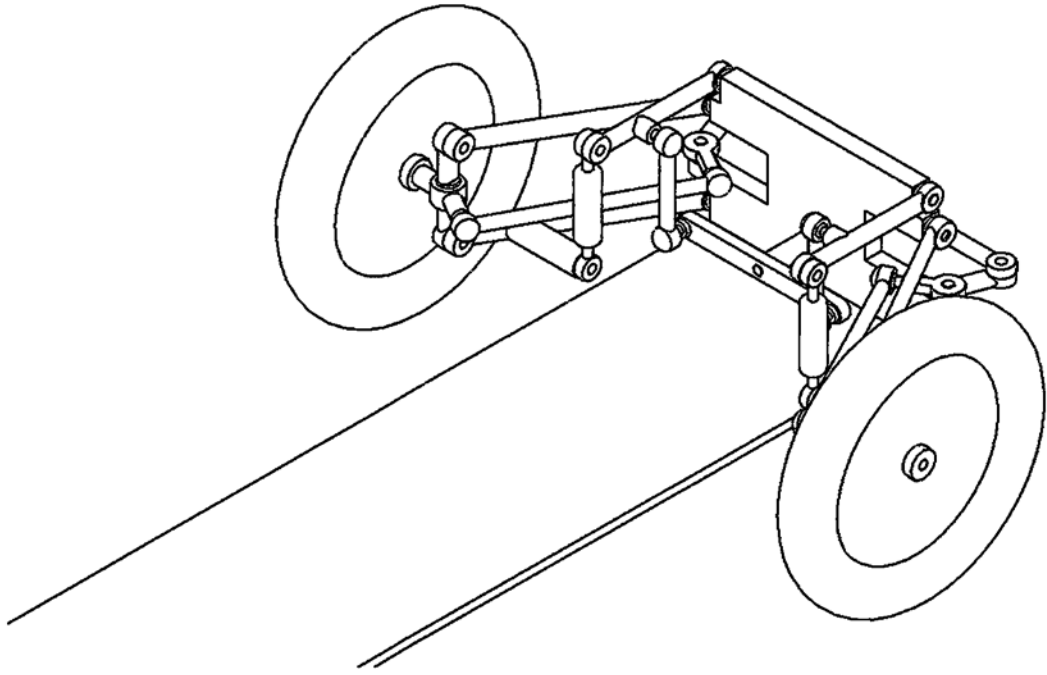


图5

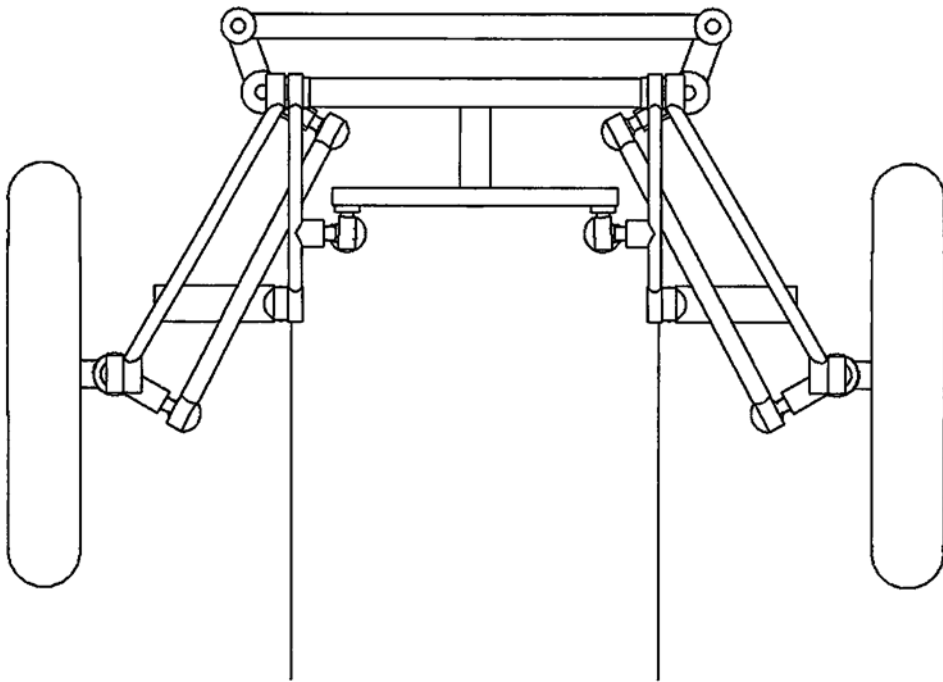


图6

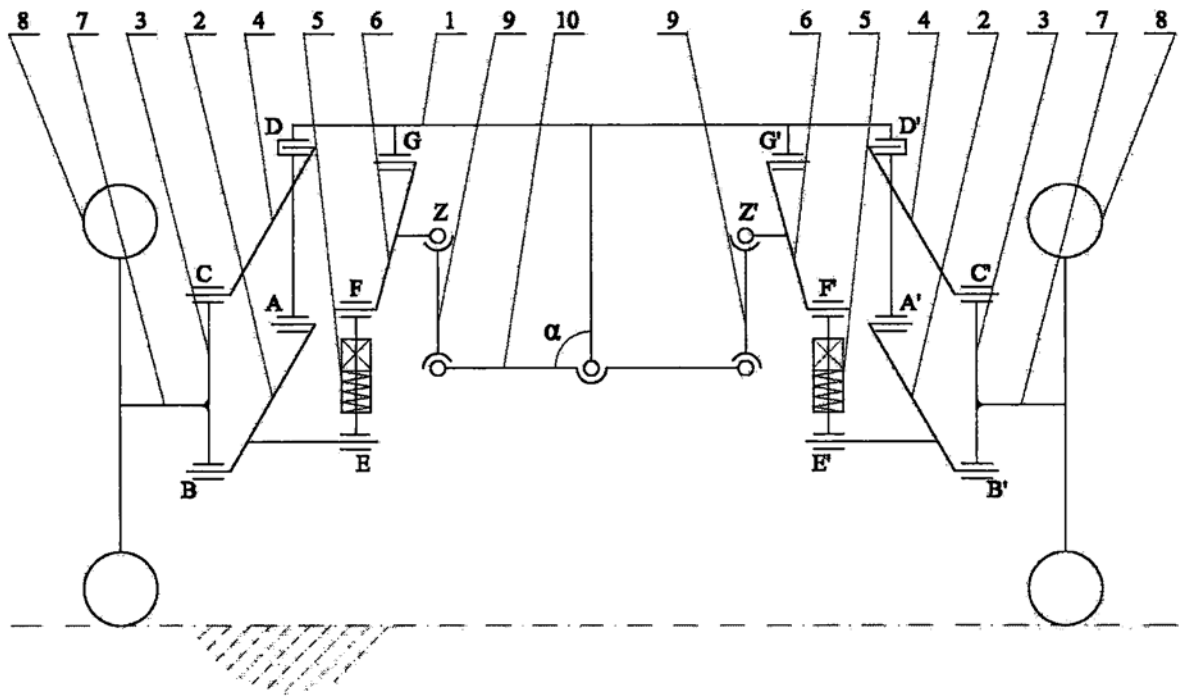


图7

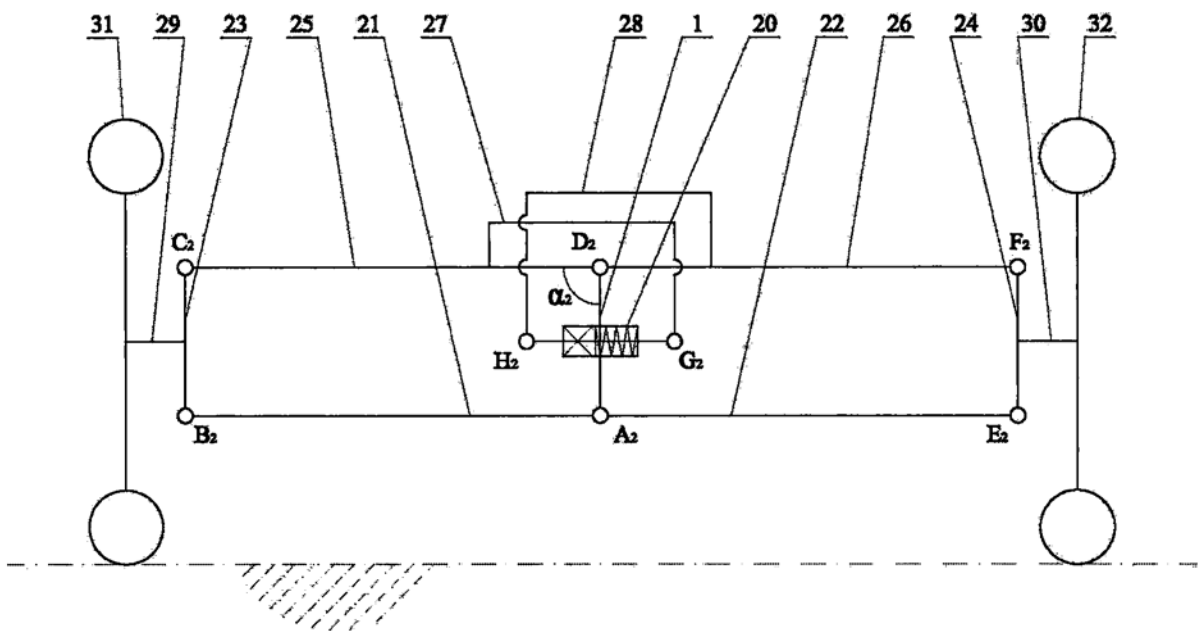


图8

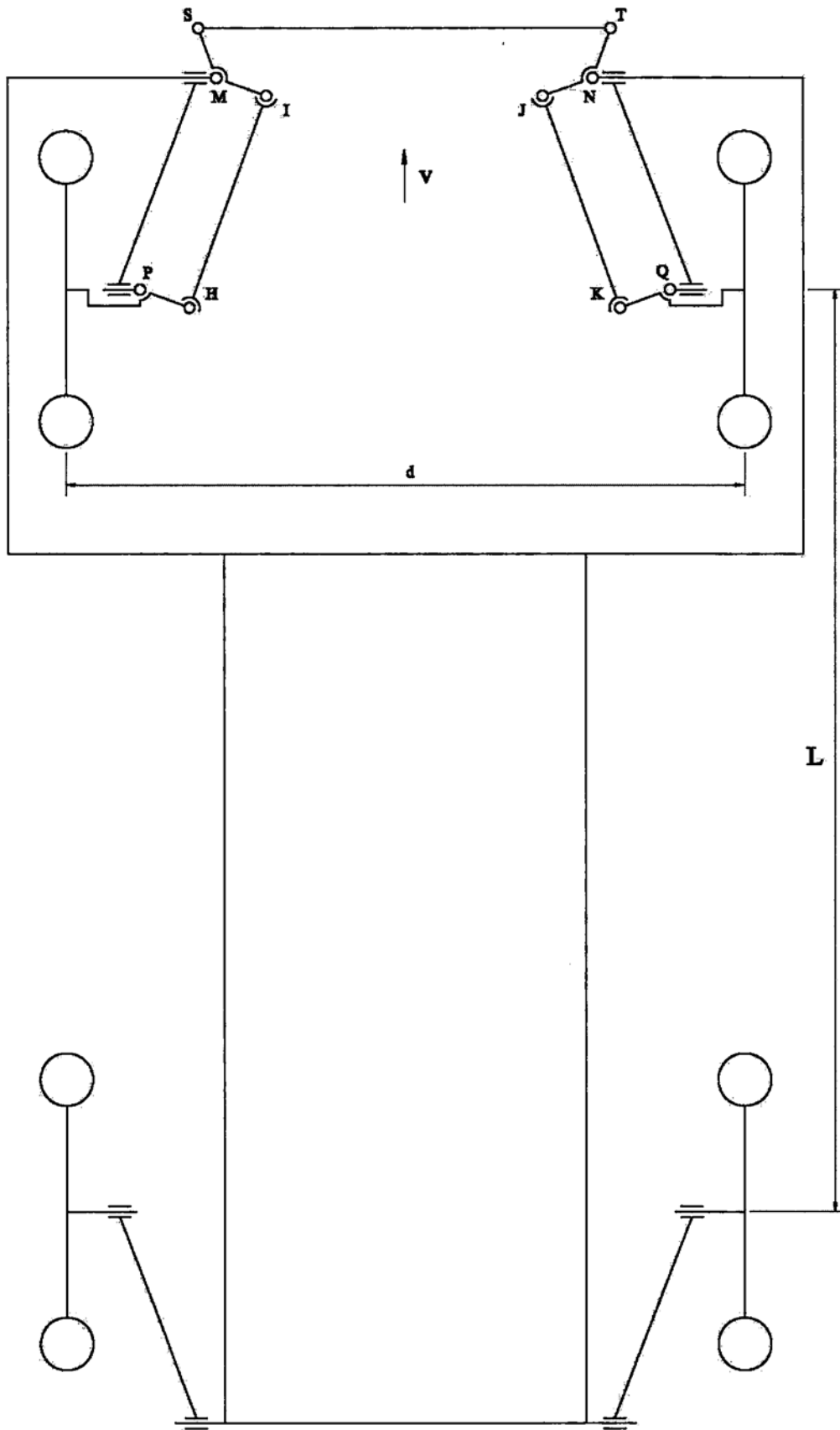


图9

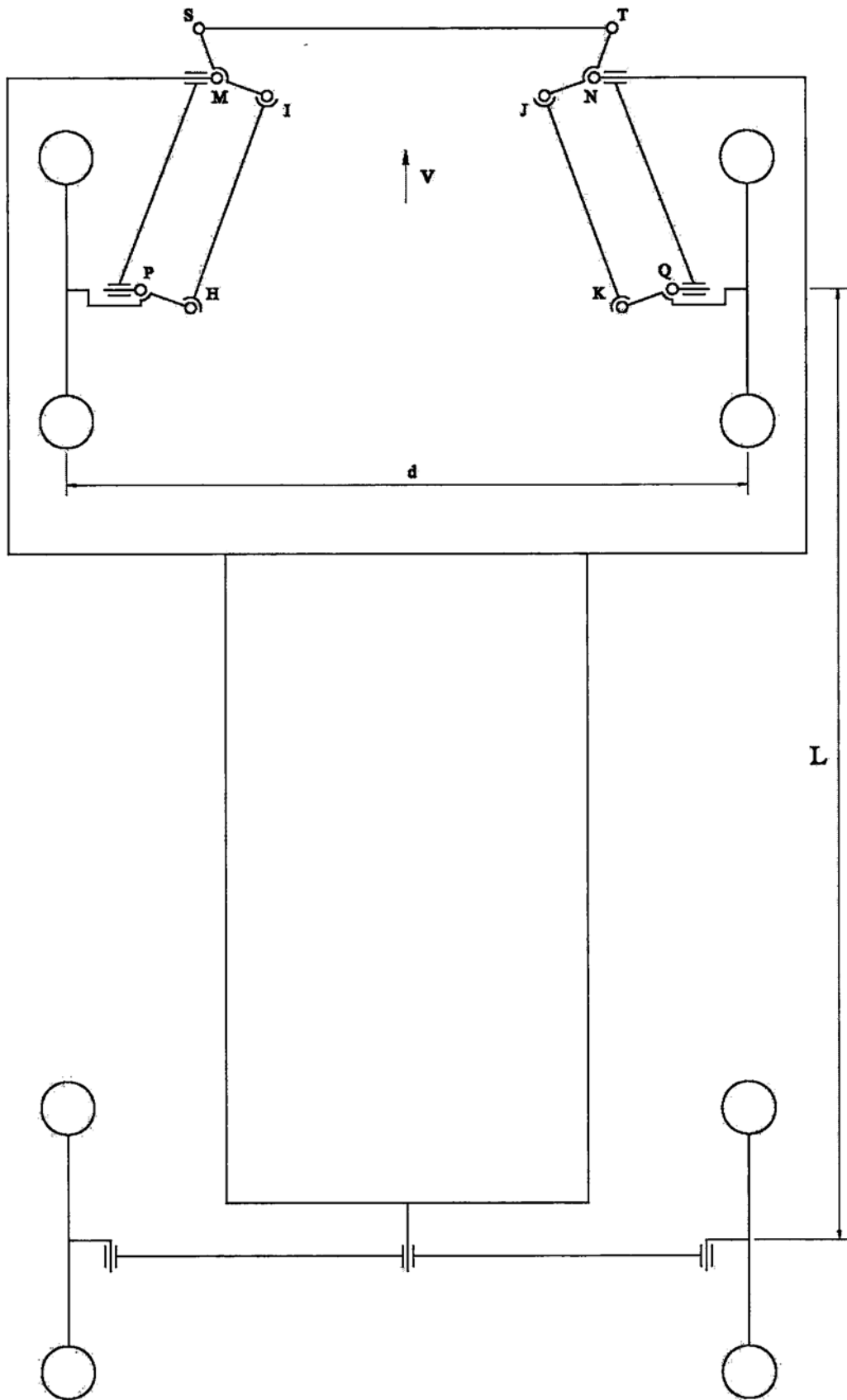


图10

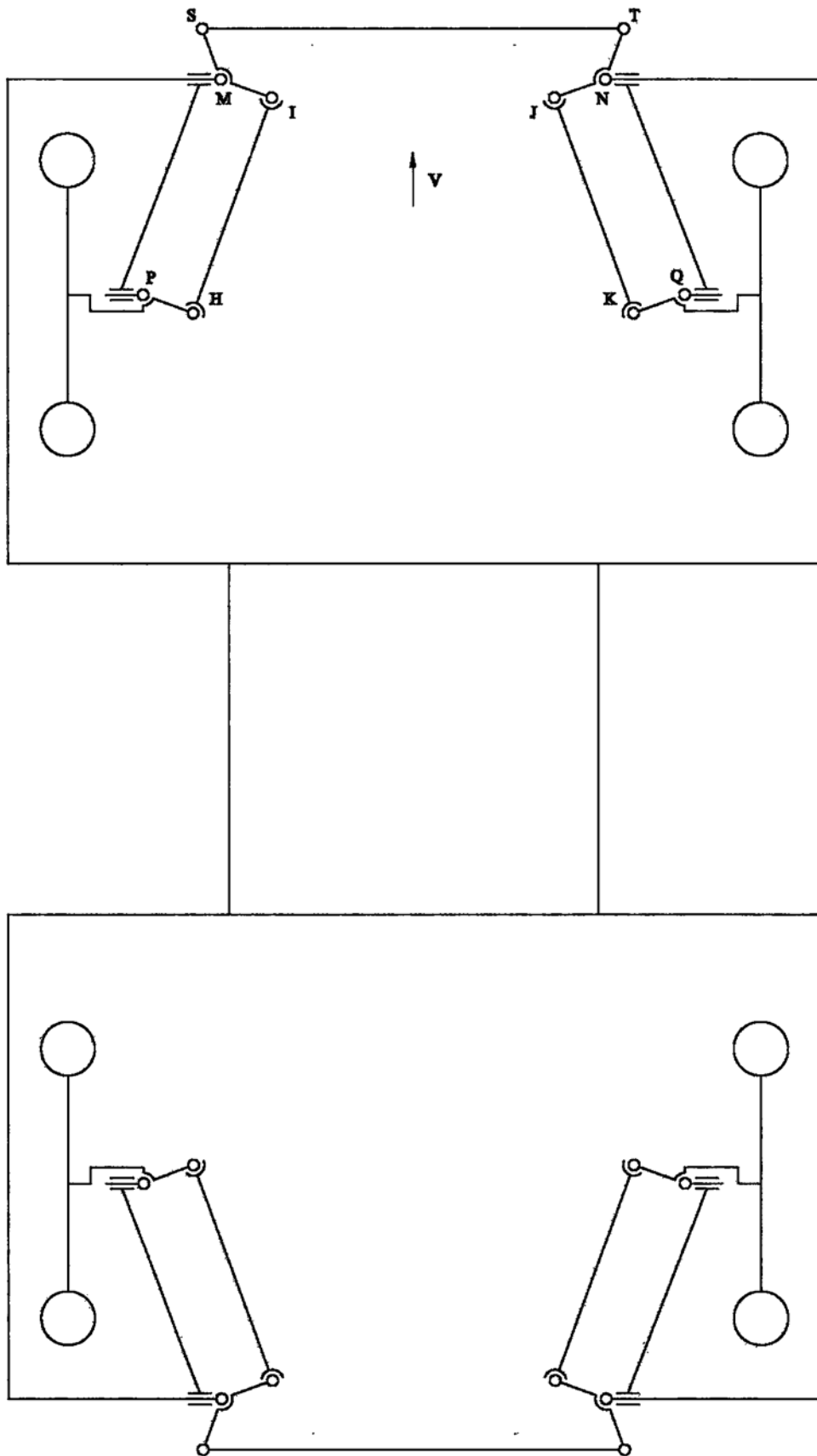


图11

