(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 102653246 B
(45)授权公告日 2014.11.12

(21)申请号 201210113160.8
(22)申请日 2012.04.17
(73)专利权人 华南农业大学
地址 510642 广东省广州市天河区五山路483号
(72)发明人 张铁民 黄沛盛 黄翰
(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245
代理人 杨晓松
(51)Int.Cl.
B60L 11/18(2006.01)
B60L 15/20(2006.01)
B60K 17/12(2006.01)
B60K 17/06(2006.01)
B62D 11/04(2006.01)
B60T 13/74(2006.01)

(56)对比文件
CN 101817362 A,2010.09.01, 说明书第0034-0061段,附图1-3.
CN 201046667 Y,2008.04.16,
WO 0228677 A1,2002.04.11,
JP S6353180 A,1988.03.07,

审查员 张月英

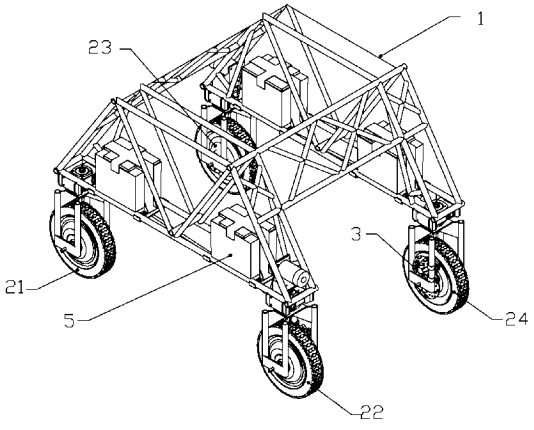
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种四轮驱动高地隙移动小车及其控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种四轮驱动高地隙移动小车及其控制方法,该装置包括车架、车轮、刹车机构、主控制器,每个车轮上均设有一个用于控制车轮转向的转向装置;左前轮上的转向装置和左后轮上的转向装置通过联动机构与左侧转向电机相连,右前轮上的转向装置和右后轮上的转向装置通过联动机构与右侧转向电机相连;刹车机构固定设置在至少两个车轮处;主控制器分别与各个轮毂型电机、左侧转向电机、右侧转向电机和刹车机构连接。该控制方法为每个车轮的转速均分别由电机独立进行控制,车辆转弯时,同时控制左前轮和左后轮转向的左侧转向电机和同时控制右前轮和右后轮转向的右侧转向电机根据转角信号调节转角。本发明实现简单、控制精度高、转弯半径小。



CN 102653246 B

1. 一种四轮驱动高地隙移动小车，其特征在于，包括车架、车轮、刹车机构、主控制器和电池，车轮设置在车架底部，车轮包括左前轮、左后轮、右前轮、右后轮，每个车轮上均设有一个用于控制车轮转向的转向装置，每个车轮均由轮毂型电机独立驱动；所述左前轮上的转向装置和左后轮上的转向装置通过联动机构与左侧转向电机相连，一起组成左侧转向机构，右前轮上的转向装置和右后轮上的转向装置通过联动机构与右侧转向电机相连，一起组成右侧转向机构；左侧转向机构、右侧转向机构均设置在车架上；刹车机构固定设置在至少两个车轮处；主控制器分别与各个轮毂型电机、左侧转向电机、右侧转向电机和刹车机构连接，所述电池设置在车架上，用于给装置供电；

所述刹车机构包括上刹车泵、下刹车泵、碟刹盘、刹车电机和用于在刹车时保持压力的弹簧机构，弹簧机构一端与刹车电机连接，另一端与上刹车泵连接，上刹车泵通过液压管与下刹车泵连接，刹车电机、弹簧机构、上刹车泵均固定在车架上，下刹车泵固定在转向装置中的车轮支架上，碟刹盘固定在车轮上，工作时，下刹车泵夹紧碟刹盘；

所述主控制器由主控芯片以及与主控芯片分别连接的转向电机驱动器、轮毂型电机驱动器和刹车电机驱动器组成，所述转向电机驱动器分别与左侧转向电机和右侧转向电机相连，同时转向电机驱动器还分别与设置在车轮处的转向传感器相连；所述轮毂型电机驱动器分别与各个轮毂型电机相连，所述刹车电机驱动器与各个刹车机构中的刹车电机相连；

所述联动机构包括万向节、传动轴、第一减速器和第二减速器，第一减速器设置在各个转向装置上，与转向装置中的转向轴相连，传动轴一端通过万向节与第一减速器相连，另一端通过万向节与第二减速器相连，第二减速器与转向电机相连。

2. 根据权利要求 1 所述的四轮驱动高地隙移动小车，其特征在于，所述各个车轮处的转向装置由转向轴和车轮支架组成，车轮安装在车轮支架下方，车轮支架与转向轴固定连接，转向轴垂直于地面并指向车轮中心，转向轴与联动机构连接，转向轴一侧设置有转向传感器。

3. 根据权利要求 2 所述的四轮驱动高地隙移动小车，其特征在于，所述左侧转向电机设置在左前轮或左后轮上，右侧转向电机设置在右前轮或右后轮上，在转向电机所处的车轮上，第二减速器直接与该车轮上的第一减速器相连，对于另一个车轮，第二减速器通过万向节与传动轴一端相连，传动轴另一端通过万向节与该车轮上的第一减速器相连。

4. 根据权利要求 1 所述的四轮驱动高地隙移动小车，其特征在于，所述联动机构替代为包括锥齿轮减速器、传动轴和第二减速器，锥齿轮减速器设置在各个转向装置上，与转向装置中的转向轴相连，每一侧的转向机构中前后两个锥齿轮减速器通过传动轴相连，传动轴与第二减速器相连，第二减速器与转向电机相连。

5. 根据权利要求 1 所述的四轮驱动高地隙移动小车，其特征在于，所述第一减速器采用蜗轮蜗杆减速器，第二减速器采用同步带传动副。

6. 一种基于权利要求 1 所述的四轮驱动高地隙移动小车的控制方法，其特征在于，每个车轮的转速均分别由轮毂型电机独立进行控制，车辆转弯时，同时控制左前轮和左后轮转向的左侧转向电机和同时控制右前轮和右后轮转向的右侧转向电机根据转角信号调节转角；

包括以下步骤：

(1) 主控制器接收外部转向和速度信号，换算出各车轮的转角信号和转速信号；

(2) 转速信号经轮毂型电机驱动器发送到各个轮毂型电机进行转速控制；

(3) 转角信号经转向电机驱动器分别发送到左侧转向电机和右侧转向电机，左侧转向电机和右侧转向电机带动左侧转向机构和右侧转向机构控制左侧车轮和右侧车轮联动，当左前轮的车轮轴线和右前轮的车轮轴线、左后轮的车轮轴线和右后轮的车轮轴线均重合时，实现车辆的直行；当左前轮、右前轮、左后轮和右后轮的车轮轴线相交于一点时，实现车辆的任意角度转向；当左前轮、右前轮、左后轮和右后轮的车轮轴线均指向车体中心时，实现车辆的原地自转；当左前轮的车轮轴线和右前轮的车轮轴线、左后轮的车轮轴线和右后轮的车轮轴线均平行时，实现车辆的横向平移；否则，实现车辆的制动和驻车；上述的车轮轴线具体是指车轮转轴指向的方向；

(4) 在上述处理过程中，所述车轮处设置的转向传感器实时地采集车轮当前的转角信号，将采集的信号通过转向电机驱动器上传到主控制器用于实现闭环控制。

一种四轮驱动高地隙移动小车及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及移动车辆研究领域，特别涉及一种四轮驱动高地隙移动小车及其控制方法。

背景技术

[0002] 目前绝大部分小车都是采用阿克曼转向方式，这种转向方式转弯半径比较大，在狭小的空间内行驶时要多次往复调整位姿。两轮差速转向方式能实现小半径灵活转向，但是转向时被动轮产生的阻力较大，对动力输出的要求高。为减小转弯半径，同时不增加转向阻力，目前已有采用机械或电机控制四轮同步转向的转向系统。但是机械式四轮驱动移动小车受传动机构限制，转弯半径调整范围有限，四轮联动精度不高。采用电机控制的四轮独立转向系统转弯半径调整范围大，但是要同时使四个电机联动，控制系统庞大，系统制造成本高。同时，大部分移动小车的底盘较低，通过性能差。

[0003] 因此，需要提供一种控制精度高、转弯半径小、且高地隙的移动小车以及控制方法。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于克服现有技术的缺点与不足，提供一种四轮驱动高地隙移动小车，该装置在保留现有四轮同步转向小车灵活性强的优点的同时，尽量降低了小车的复杂程度，降低了制造成本，提高了可通过性。本发明还提供了一种基于上述四轮驱动高地隙移动小车的控制方法。该控制方法实现简单、控制精度高。

[0005] 本发明的目的通过以下的技术方案实现：一种四轮驱动高地隙移动小车，包括车架、车轮、刹车机构、主控制器和电池，车轮设置在车架底部，车轮包括左前轮、左后轮、右前轮、右后轮，每个车轮上均设有一个用于控制车轮转向的转向装置，每个车轮均由轮毂型电机独立驱动；所述左前轮上的转向装置和左后轮上的转向装置通过联动机构与左侧转向电机相连，一起组成左侧转向机构，右前轮上的转向装置和右后轮上的转向装置通过联动机构与右侧转向电机相连，一起组成右侧转向机构；左侧转向机构、右侧转向机构均设置在车架上；刹车机构固定设置在至少两个车轮处；主控制器分别与各个轮毂型电机、左侧转向电机、右侧转向电机和刹车机构连接，所述电池设置在车架上，用于给装置供电。

[0006] 优选的，所述各个车轮处的转向装置由转向轴和车轮支架组成，车轮安装在车轮支架下方，车轮支架与转向轴固定连接，转向轴垂直于地面并指向车轮中心，转向轴与联动机构连接，转向轴一侧设置有转向传感器。

[0007] 优选的，所述联动机构包括万向节、传动轴、第一减速器，第一减速器设置在各个转向装置上，与转向装置中的转向轴相连，传动轴一端通过万向节与减速器相连，另一端通过万向节与第二减速器相连，第二减速器与转向电机相连。

[0008] 更进一步的，所述左侧转向电机设置在左前轮或左后轮上，右侧转向电机设置在右前轮或右后轮上，在电机所处的车轮上，第二减速器直接与该车轮上的第一减速器相连，

对于另一个车轮，第二减速器通过万向节与传动轴一端相连，传动轴另一端通过万向节与该车轮上的第一减速器相连。

[0009] 优选的，所述联动机构包括锥齿轮减速器、传动轴和第二减速器，锥齿轮减速器设置在各个转向装置上，与转向装置中的转向轴相连，每一侧的转向机构中前后两个锥齿轮减速器通过传动轴相连，传动轴与第二减速器相连，第二减速器与转向电机相连。

[0010] 优选的，所述第一减速器采用蜗轮蜗杆减速器，第二减速器采用同步带传动副。

[0011] 优选的，所述刹车机构包括上刹车泵、下刹车泵、碟刹盘、刹车电机和用于在刹车时保持压力的弹簧机构，弹簧机构一端与刹车电机连接，另一端与上刹车泵连接，上刹车泵通过液压管与下刹车泵连接，刹车电机、弹簧机构、上刹车泵均固定在车架上，下刹车泵固定在车轮支架上，碟刹盘固定在车轮上，工作时，下刹车泵夹紧碟刹盘。刹车电机带动弹簧机构，对上刹车泵输出恒定推力，使与上刹车泵通过液压管连接的下刹车泵以恒定的压力夹紧碟刹盘，降低车轮速度。当下泵夹紧碟刹盘时，弹簧机构仍可继续运动并保持压力，防止电机堵转。采用弹簧机构，可以在下泵夹紧碟刹盘时，弹簧机构仍可继续运动并保持压力，防止电机堵转。另外，所述刹车电机中的电动推杆具有自锁特性。从而可在电机断电时仍然能够保持恒定的压力。

[0012] 更进一步的，所述左后轮和右后轮上各配置一个刹车机构。

[0013] 优选的，所述主控制器由主控芯片以及与主控芯片分别连接的转向电机驱动器、轮毂型电机驱动器和刹车电机驱动器组成，所述转向电机驱动器分别与左侧转向电机和右侧转向电机相连，同时转向电机驱动器还分别与设置在车轮处的转向传感器相连；所述轮毂型电机驱动器分别与各个轮毂型电机相连，所述刹车电机驱动器与各个刹车电机相连。主控制器用于接收外部转向和速度信号，换算出各车轮的转角和转速，使之保持协调。主控制器根据外部速度信号，控制刹车机构的输出力，使小车减速或实现驻车。

[0014] 优选的，所述电池为车载电池，共 4 个，均匀布置在车架上，分别为各个电机进行供电。

[0015] 优选的，所述车架呈“Π”型，中部敞开。采用这种结构，车架中部与地面的距离较远，具备较高的通过性。

[0016] 一种基于上述四轮驱动高地隙移动小车的控制方法，每个车轮的转速均分别由轮毂型电机独立进行控制，车辆转弯时，同时控制左前轮和左后轮转向的左侧转向电机和同时控制右前轮和右后轮转向的右侧转向电机根据转角信号调节转角。

[0017] 具体的，包括以下步骤：

[0018] (1) 主控制器接收外部转向和速度信号，换算出各车轮的转角信号和转速信号；

[0019] (2) 转速信号经轮毂型电机驱动器发送到各个轮毂型电机进行转速控制；

[0020] (3) 转角信号经转向电机驱动器分别发送到左侧转向电机和右侧转向电机，左侧转向电机和右侧转向电机带动左侧转向机构和右侧转向机构控制左侧车轮和右侧车轮联动，当左前轮的车轮轴线和右前轮的车轮轴线、左后轮的车轮轴线和右后轮的车轮轴线均重合时，实现车辆的直行；当左前轮、右前轮、左后轮和右后轮的车轮轴线相交于一点时，实现车辆的任意角度转向；当左前轮、右前轮、左后轮和右后轮的车轮轴线均指向车体中心时，实现车辆的原地自转；当左前轮的车轮轴线和右前轮的车轮轴线、左后轮的车轮轴线和右后轮的车轮轴线均平行时，实现车辆的横向平移；否则，实现车辆的制动和驻车。上述的

车轮轴线具体是指车轮转轴指向的方向。

[0021] 更进一步的，所述车轮处设置的转向传感器实时地采集车轮当前的转角信号，将采集的信号用于实现闭环控制。

[0022] 本发明与现有技术相比，具有如下优点和有益效果：

[0023] 1、本发明相比于四电机控制的四轮同步转向移动小车，本发明采用机械传动实现同侧车轮的联动，减少了转向电机的数量，降低了控制系统的要求，缩减了制造成本。

[0024] 2、本发明中采用四个轮毂型电机分别独立控制四轮，再结合转向电机，具有转弯半径小、可平移和自转的特点，保证了车辆移动的灵活性。

[0025] 3、本发明中车架到地面的距离较大，使其具有较高的通过性能，大大扩展了应用范围。

[0026] 4、本发明中采用四轮分别驱动的方式，使小车在崎岖的路面上仍能保持稳定的动力输出。

附图说明

[0027] 图 1 为本发明实施例 1 的结构示意图；

[0028] 图 2 为本发明实施例 1 的控制系统结构原理图；

[0029] 图 3 是本发明实施例 1 的转向机构控制原理图；

[0030] 图 4 是本发明实施例 1 中左后轮或右前轮处的转向机构结构示意图；

[0031] 图 5 为本发明实施例 1 中刹车机构的结构示意图；

[0032] 图 6 为本发明实施例 2 的转向机构控制原理图。

[0033] 其中图 1-6 中：1- 车架；21- 左前轮；22- 左后轮；23- 右前轮；24- 右后轮；3- 刹车机构；32- 刹车电机；33- 弹簧机构；34- 上刹车泵；35- 下刹车泵；36- 碟刹盘；4- 主控制器；5- 电池；6- 转向电机；61- 左侧转向电机；62- 右侧转向电机；71- 传动轴；72- 万向节；73- 第一减速器；74- 锥齿轮减速器；8- 第二减速器；9- 转向传感器；10- 转向轴；11- 车轮支架。

具体实施方式

[0034] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述，但本发明的实施方式不限于此。

[0035] 实施例 1

[0036] 如图 1 和图 2 所示，一种四轮驱动高地隙移动小车，包括车架 1、车轮、刹车机构 3、主控制器 4 和电池 5，车轮设置在车架 1 底部，车轮包括左前轮 21、左后轮 22、右前轮 23、右后轮 24，每个车轮上均设有一个用于控制车轮转向的转向装置，每个车轮均由轮毂型电机独立驱动。所述左前轮 21 上的转向装置和左后轮 22 上的转向装置通过联动机构与左侧转向电机 61 相连，一起组成左侧转向机构，右前轮 23 上的转向装置和右后轮 24 上的转向装置通过联动机构与右侧转向电机 62 相连，一起组成右侧转向机构。左侧转向机构、右侧转向机构均设置在车架 1 上。刹车机构 3 固定设置在左后轮 22 和右后轮 24 处；主控制器 4 分别与各个轮毂型电机、左侧转向电机 61、右侧转向电机 62 和刹车机构 3 连接，所述电池 5 设置在车架 1 上，用于给装置供电。

[0037] 在本实施例中，所述左侧转向机构和右侧转向机构的结构如图 3、4 所示，左侧转向电机 61 设置在左后轮 22 上，右侧转向电机 62 设置在右前轮 23 上，以左侧转向机构为例，在左侧转向电机 61 所处的左后轮 22 上，第二减速器 8 直接与该车轮上的第一减速器 73 相连，对于左前轮 21，第二减速器 8 通过万向节 72 与传动轴 71 一端相连，传动轴 71 另一端通过万向节 72 与左前轮 21 上的第一减速器 73 相连。所述左后轮 22 和右前轮 23 处的装置结构如图 4 所示，转向装置由转向轴 10 和车轮支架 11 组成，车轮安装在车轮支架 11 下方，车轮支架 11 与转向轴 10 固定连接，转向轴 10 垂直于地面并指向车轮中心，转向轴 10 与第一减速器 73 连接，转向轴 10 一侧设置有转向传感器 9。本实施例中，第一减速器 73 采用蜗轮蜗杆减速器，第二减速器 8 采用同步带传动副。在实际应用中，也可将转向电机 6 设置在车架 1 中间部位，以左侧转向机构为例，左侧转向电机 61 到左前轮 21 和左后轮 22 的联动机构都是相同的，联动机构都如本实施例中转向电机到左前轮 21 的机构，即包括万向节 72、传动轴 71、第一减速器 73。

[0038] 本实施例中在左后轮 22 和右后轮 24 上各配置一个刹车机构 3，刹车机构 3 采用如图 5 所示的结构，具体包括上刹车泵 34、下刹车泵 35、碟刹盘 36、刹车电机 32 和弹簧机构 33，弹簧机构 33 一端与刹车电机 32 中的电动推杆连接，另一端和上刹车泵 34 连接，上刹车泵 34 通过液压管与下刹车泵 35 连接，刹车电机 32、弹簧机构 33、上刹车泵 34 均固定在车架 1 上，下刹车泵 35 固定在车轮支架 11 上，碟刹盘 36 固定在车轮上，工作时，下刹车泵 35 夹紧碟刹盘 36。本实施例中的电动推杆带动弹簧机构 33，对上刹车泵 34 输出恒定推力，使与上刹车泵 34 通过液压管连接的下刹车泵 35 以恒定的压力夹紧碟刹盘 36，降低车轮速度。当下泵夹紧碟刹盘 36 时，弹簧机构 33 仍可继续运动并保持压力，防止电机堵转。

[0039] 本实施例中主控制器 4 由主控芯片以及与主控芯片分别连接的转向电机驱动器、轮毂型电机驱动器和刹车电机驱动器组成，所述转向电机驱动器分别与左侧转向电机 61 和右侧转向电机 62 相连，同时转向电机驱动器还分别与设置在车轮处的转向传感器 9 相连；所述轮毂型电机驱动器分别与各个轮毂型电机相连，所述刹车电机驱动器与各个刹车电机 32 相连。主控制器 4 用于接收外部转向和速度信号，换算出各车轮的转角和转速，使之保持协调。主控制器 4 根据外部速度信号，控制刹车机构的输出力，使小车减速或实现驻车。

[0040] 如图 1 所示，本实施例中的电池 5 均为车载电池，共 4 个，均匀布置在车架 1 上，分别为各个电机进行供电。车架 1 呈“Π”型，中部敞开。采用这种结构，车架中部与地面的距离较远，具备较高的通过性。

[0041] 一种基于上述四轮驱动高地隙移动小车的控制方法，每个车轮的转速均分别由轮毂型电机独立进行控制，车辆转弯时，同时控制左前轮 21 和左后轮 22 转向的左侧转向电机 61 和同时控制右前轮 23 和右后轮 24 转向的右侧转向电机 62 根据转角信号调节转角。

[0042] 具体的，包括以下步骤：

[0043] (1) 主控制器 4 接收外部转向和速度信号，换算出各车轮的转角信号和转速信号；

[0044] (2) 转速信号经轮毂型电机驱动器发送到各个轮毂型电机进行转速控制；

[0045] (3) 转角信号经转向电机驱动器分别发送到左侧转向电机 61 和右侧转向电机 62，左侧转向电机 61 和右侧转向电机 62 带动左侧转向机构和右侧转向机构控制左侧车轮和右侧车轮联动，当左前轮 21 的车轮轴线和右前轮 23 的车轮轴线、左后轮 22 的车轮轴线和右

后轮 24 的车轮轴线均重合时，实现车辆的直行；当左前轮 21、右前轮 23、左后轮 22 和右后轮 24 的车轮轴线相交于一点时，如图 2 所示，实现车辆的任意角度转向；当左前轮 21、右前轮 23、左后轮 22 和右后轮 24 的车轮轴线均指向车体中心时，实现车辆的原地自转；当左前轮 21 的车轮轴线和右前轮 23 的车轮轴线、左后轮 22 的车轮轴线和右后轮 24 的车轮轴线均平行时，实现车辆的横向平移；否则，实现车辆的制动和驻车。上述的车轮轴线具体是指车轮转轴指向的方向。

[0046] 本实施例中，车轮处设置的转向传感器 9 实时地采集车轮当前的转角信号，将采集的信号用于实现闭环控制。

[0047] 实施例 2

[0048] 本实施例除下述特征外其他结构同实施例 1：本实施例中，所述左侧转向机构和右侧转向机构的结构如图 6 所示，左侧转向电机 61 和右侧转向电机 62 均设置在车架 1 上，因此，以左侧转向机构为例，左侧转向电机 61 到左前轮 21 和左后轮 22 的联动机构都是相同的，所述联动机构包括锥齿轮减速器 74、传动轴 71 和如图 4 所示的第二减速器 8，锥齿轮减速器 74 设置在左后轮和左前轮的转向装置上，分别与转向装置中的转向轴相连，每一侧的转向机构中前后两个车轮上的锥齿轮减速器 74 通过传动轴 71 相连，传动轴 71 与第二减速器 8 相连，第二减速器 8 与转向电机相连。本实施例中，第二减速器 8 同样采用同步带传动副。

[0049] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

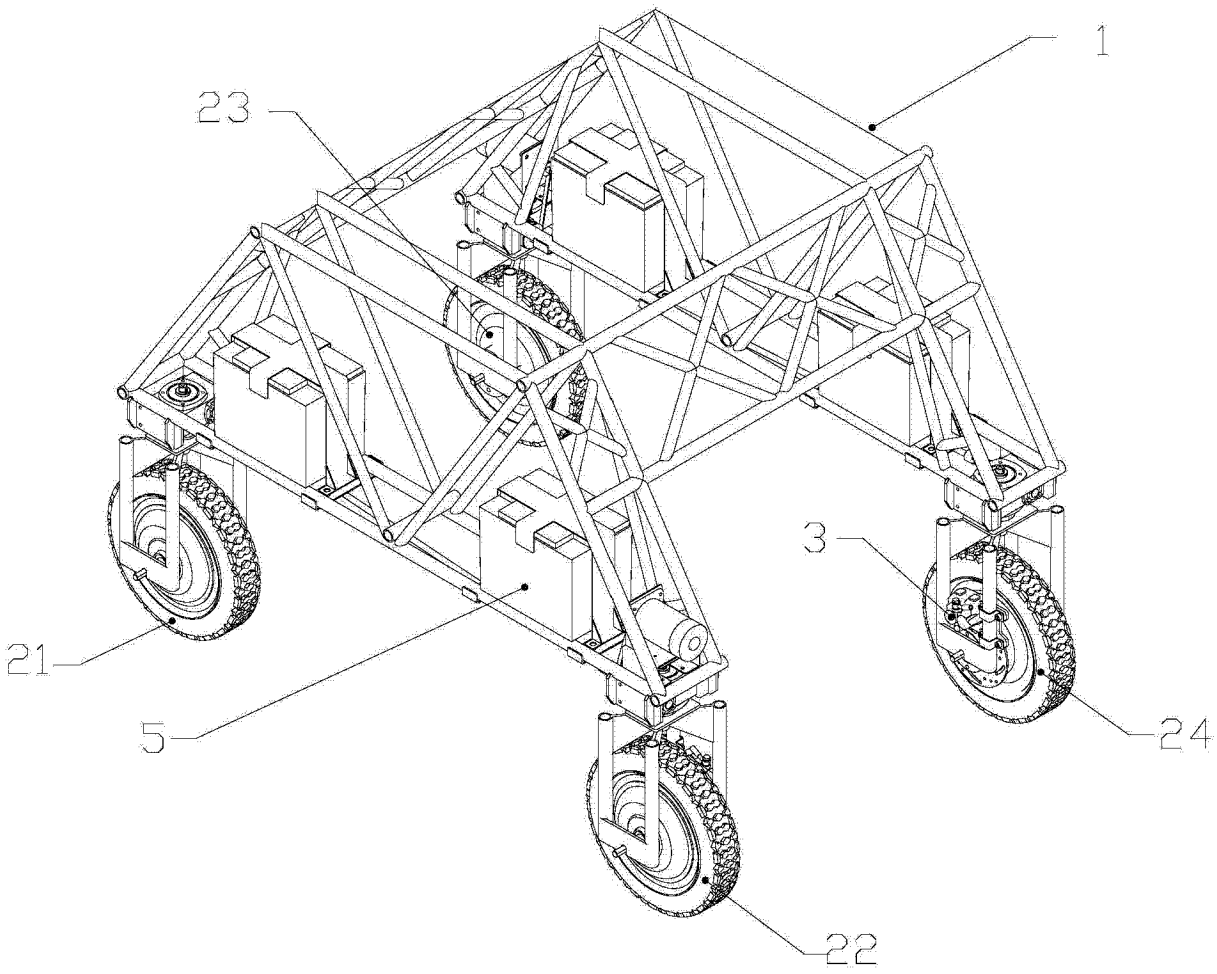


图 1

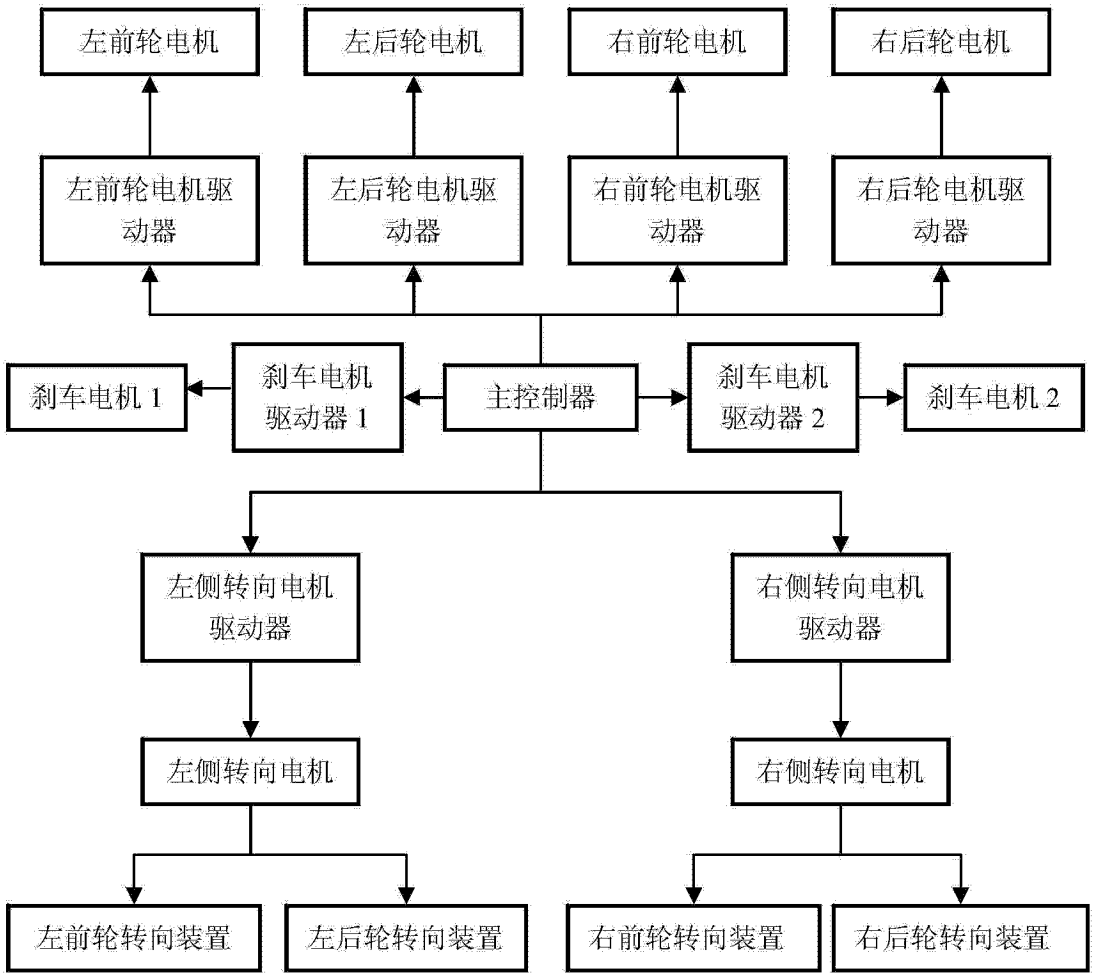

左前轮电机
左后轮电机
右前轮电机
右后轮电机
左前轮电机驱动器
左后轮电机驱动器
右前轮电机驱动器
右后轮电机驱动器
刹车电机 1
刹车电机驱动器 1
主控制器
刹车电机驱动器 2
刹车电机 2
左侧转向电机驱动器
右侧转向电机驱动器
左侧转向电机
右侧转向电机
左前轮转向装置
左后轮转向装置
右前轮转向装置
右后轮转向装置

图 2

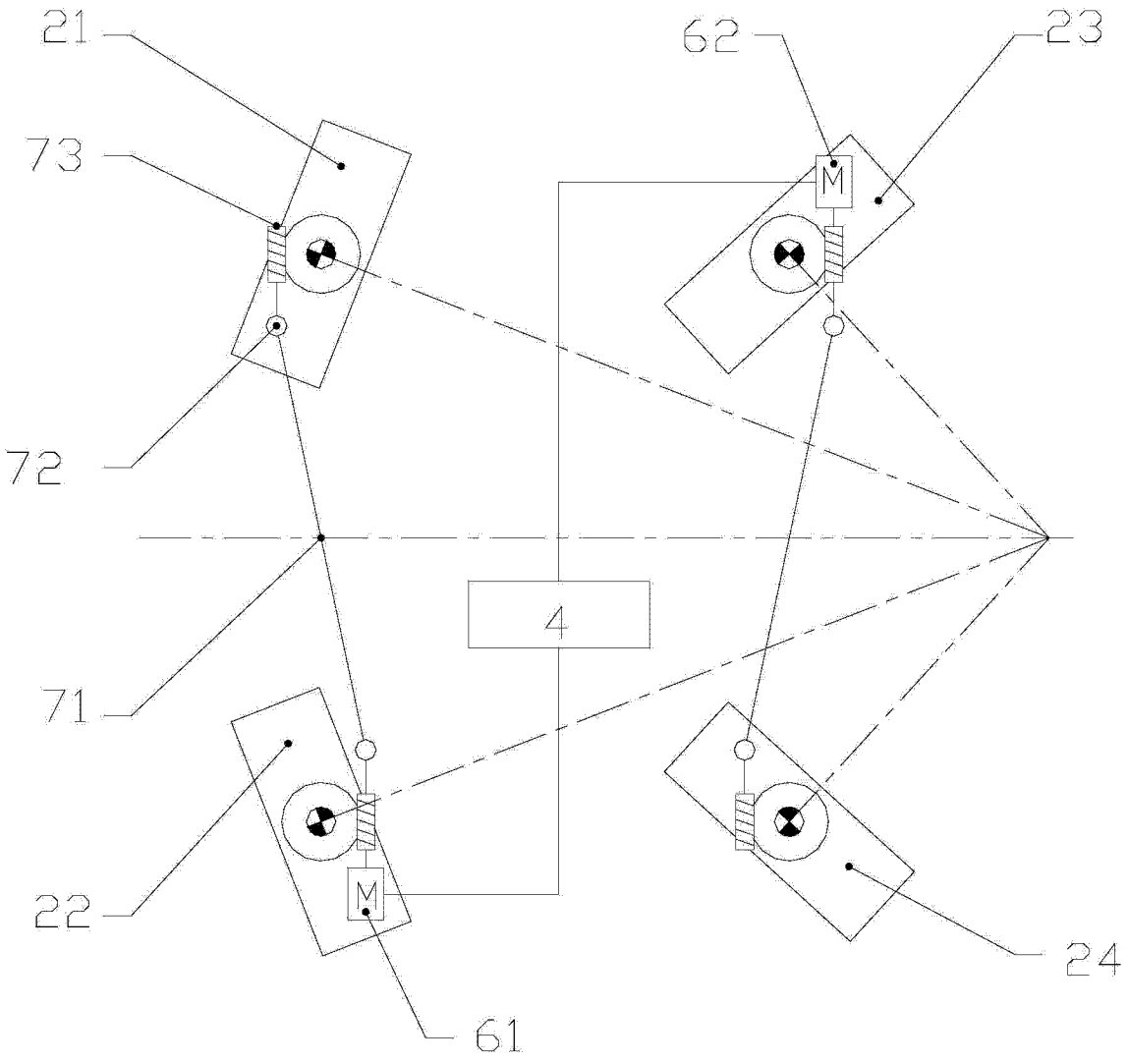


图 3

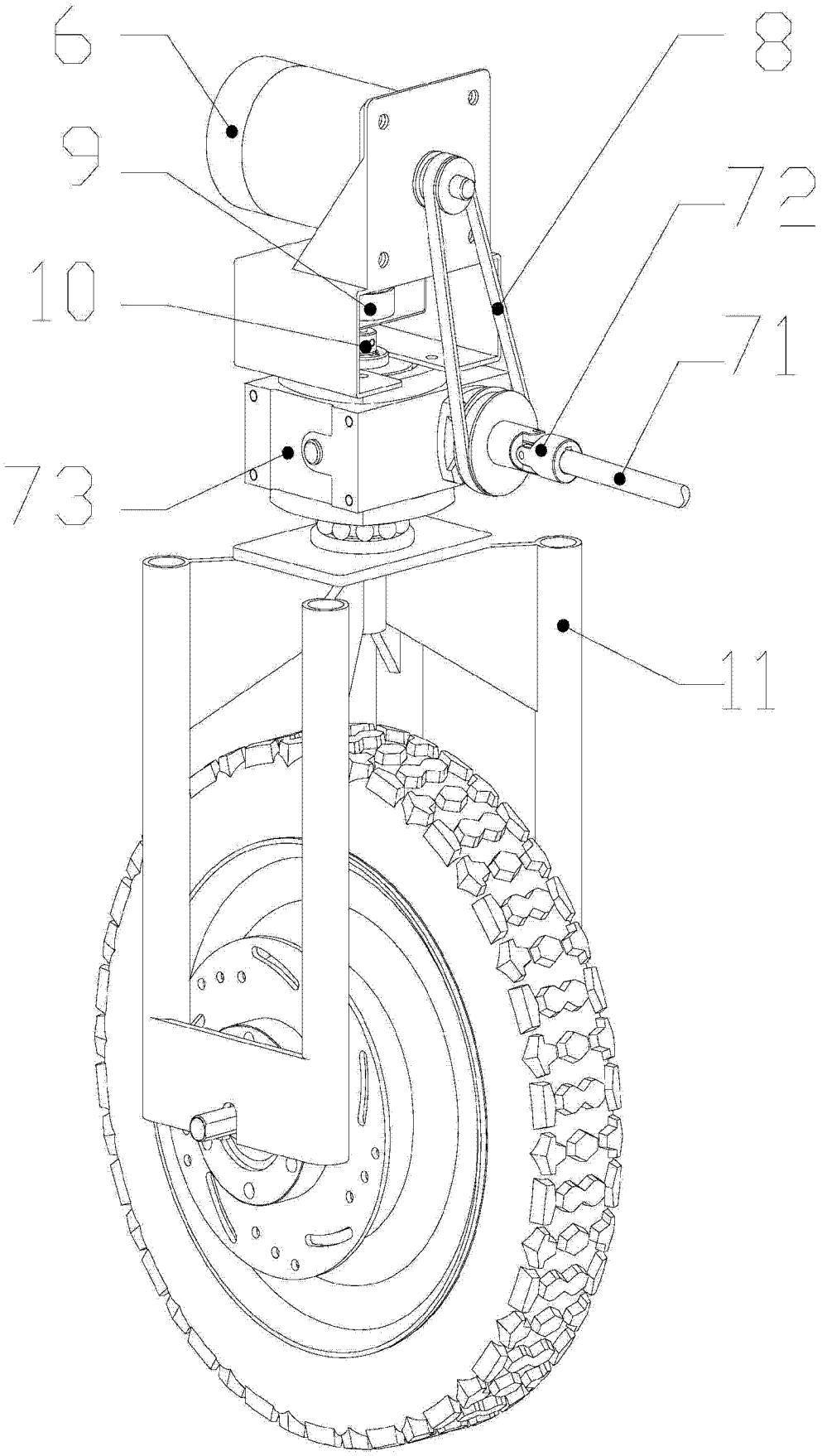


图 4

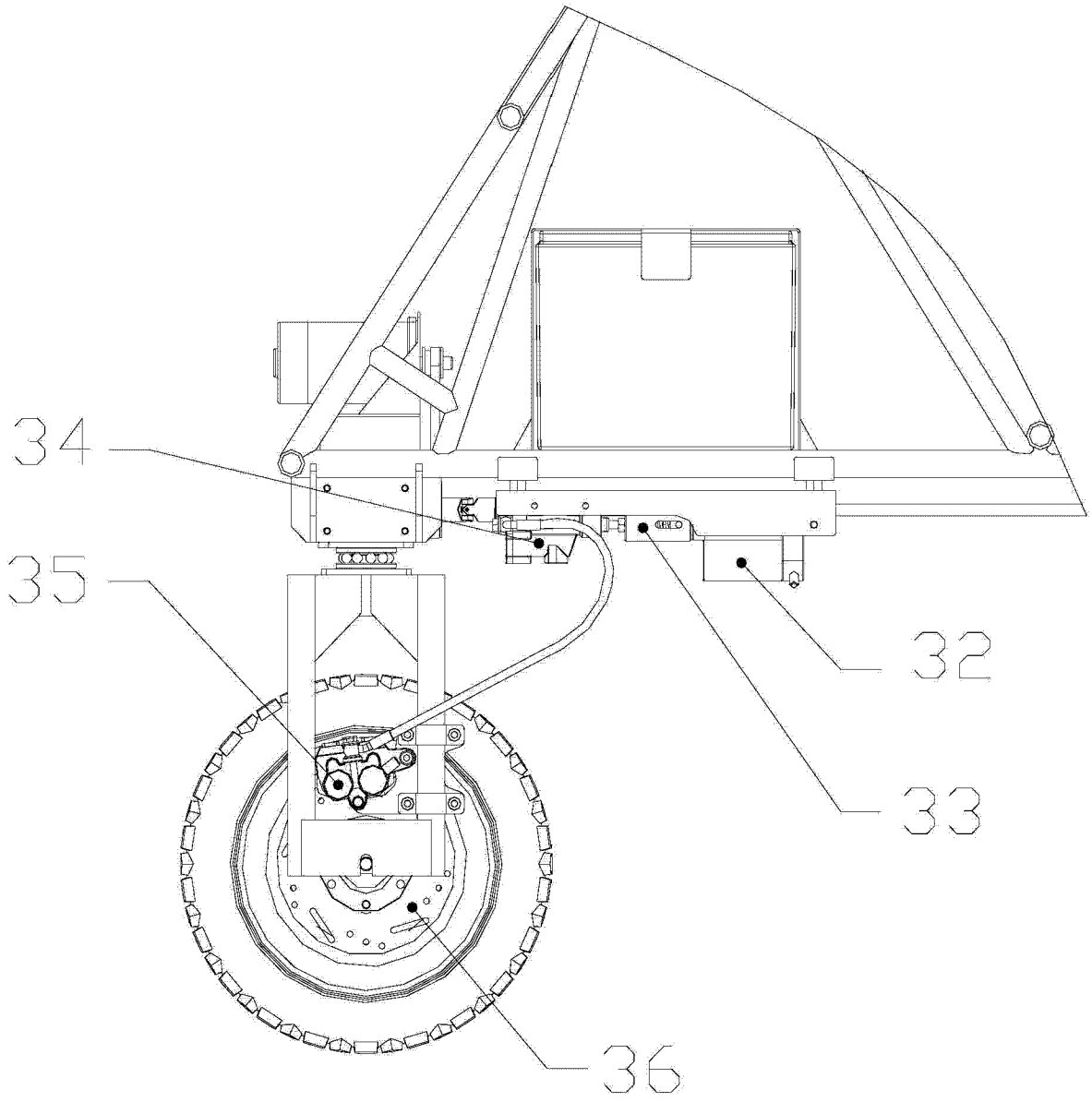


图 5

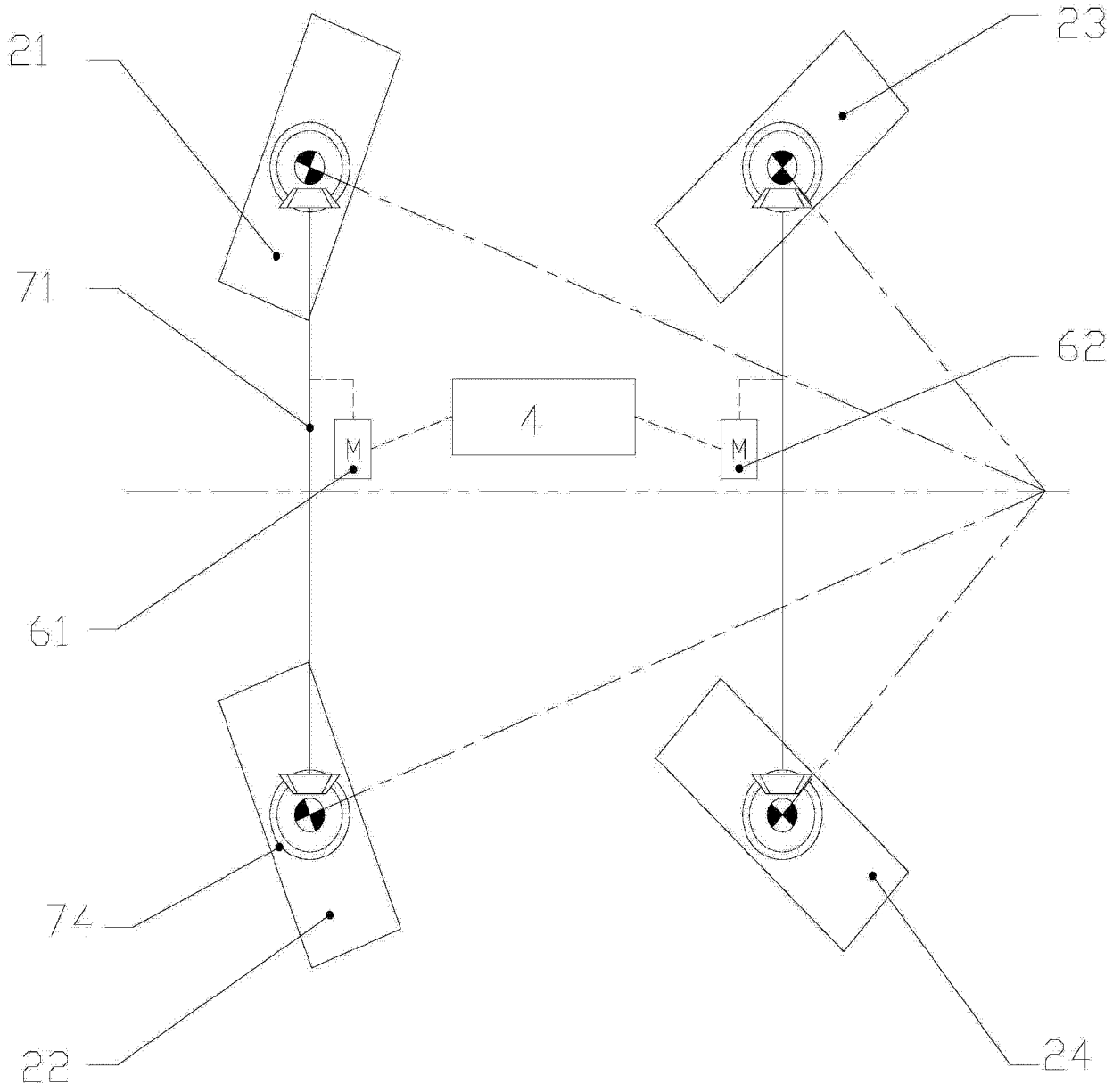


图 6