

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

[51] Int. Cl.
B25J 11/00 (2006.01)
B25J 18/04 (2006.01)

专利号 ZL 200610057465.6

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100404212C

[22] 申请日 2006.3.15

[21] 申请号 200610057465.6

[73] 专利权人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路 10 号

[72] 发明人 孙汉旭 贾庆轩

[56] 参考文献

US2003/0202872A1 2003.10.30

CN1701929A 2005.11.30

US6289263B1 2001.9.11

CN1302717A 2001.7.11

JP2579818B2 1996.11.7

US5765983A 1998.6.16

US5743704A 1998.4.28

JP2004-148439A 2004.5.27

US3798835A 1974.3.26

审查员 韩建文

[74] 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

代理人 夏宪富

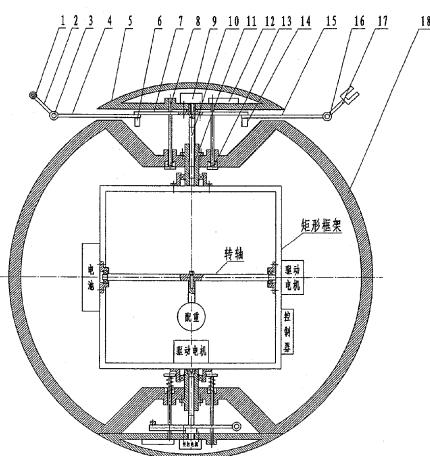
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

带有可伸缩手臂的球形行走机器人

[57] 摘要

一种带有可伸缩手臂的球形行走机器人，包括球壳、位于球壳内的行走传动机构和控制装置；其中球壳为分体式结构：由可垂直升降移动的和/或不可升降移动的球冠分别与其下侧的球形壳体组成，在球冠与球形壳体内侧空间设有一个或多个可分别控制其伸出或缩回球壳内部、并作相应运动的机械手臂；所述机械手臂由通过肘关节电机连接、能够作相对旋转运动的两个连杆—上臂和小臂—组成，该上臂的另一端固装在球冠上，或者固装在可以相对于球体转动的转动轴套上，小臂的悬空端可通过腕关节电机加装机械手或传感器件，用于从事程序设定的操作或探测、感知周围环境。本发明是一种既能够从事复杂操作，又具有乖巧、灵活运动特性的移动式机器人。



1、一种带有可伸缩手臂的球形行走机器人，包括球壳、位于球壳内的行走传动机构和控制装置；其特征在于：所述球壳为分体式结构：由可垂直升降移动和/或不可升降移动的球冠分别与其下侧的球形壳体组成，在球冠与球形壳体内侧空间设有一个或多个可分别控制其伸出或缩回球壳内部、并作相应运动的机械手臂；所述机械手臂由通过肘关节电机连接、能够作相对旋转运动的两个连杆组成，其中靠近球冠中央的一个连杆被称为机械手臂中的上臂，另一个靠近球冠外径的连杆则被称为机械手臂中的小臂，该上臂的另一端固装在球冠上，或者固装在可相对于球体旋转的转动轴套上，小臂的悬空端可通过腕关节电机加装机械手或传感器件，用于从事程序设定的操作或探测、感知周围环境。

2、根据权利要求 1 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：所述球壳为可垂直升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，采用电机带动丝杠旋转的传动机构来升起或闭合球冠，使得该球形行走机器人的机械手臂能够从球形行走机器人内部伸出或缩回，且在球冠与其下侧的球形壳体闭合后，整个球壳保持球形外观。

3、根据权利要求 1 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：所述球壳为可垂直升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，机械手臂的上臂的另一端固装在球冠上。

4、根据权利要求 2 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：所述球冠底座上侧空间的中心位置设有电机，该电机的转轴联结驱动一丝杠旋转，球形壳体端面凹槽中固装有耦合该丝杠的丝杠套筒，藉此传动付实现球冠的升降位移及其与球形壳体的分离和闭合。

5、根据权利要求 4 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：所述球冠与其下侧的球形壳体之间设有 2~4 个导向拉杆，该导向拉杆均分设置在丝杠的外侧周边，其穿过球形壳体的定位孔的一端带有档边，并套装有压簧，另一端固装在球冠上，用于提高球冠升降和/或机械手臂伸缩的工作稳定性。

6、根据权利要求 5 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：所述机械手臂中的上臂连杆的长度大于丝杠和导向拉杆之间的半径，以使小臂有充分旋转运动的空间；所述上臂和/或小臂连杆由圆弧形曲杆或直杆组成，采用圆弧形曲杆的机械手臂可以充分利用球形行走机器人内部空间。

7、根据权利要求 1 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：所述球壳为不可升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，球壳被一定位杆分隔成不完整的球形：该定位杆的一端固装在球冠上，另一端固定安装在其下侧的球形壳体端面凹槽中，使得球冠和球形壳体两者连接成为一体，且在两者之间设有用于放置可伸缩的机械手臂的空间或缺口。

8、根据权利要求 7 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：所述球壳为不可升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，所述机械手臂的上臂的另一端固装在可以相对于球体旋转的转动轴套上：一转动轴套藉由轴承固装在所述定位杆的外侧，该转动轴套上的外齿轮与固装在球形壳体端面凹槽中的手臂电机转轴上的齿轮相互啮合，使得手臂电机转动时，驱动该转动轴套与固装在该轴套上的上臂随之旋转，即该上臂绕定位杆旋转，从而在球形行走机器人沿着水平方向滚动时，机械手臂能够始终保持上举状态。

9、根据权利要求 1 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：所述行走传动机构中采用方形框架构件来替代原来通过两根支撑短轴和轴承承载在球壳内侧、用于安装驱动电机和蓄电池的圆环，以便利于加工和装配工艺。

10、根据权利要求 1 所述的带有可伸缩手臂的球形行走机器人，其特征在于：当球形行走机器人由可垂直升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，所述控制装置设置在球冠底座上侧空间中，在球形行走机器人由不可升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，所述控制装置设置在绕定位杆转动的机械手臂的上臂上；该控制装置内设有对机械手臂上的丝杠电机、手臂电机、各个关节电机、机械手和传感器件的操作控制电路，藉由蓝牙或其它无线通信方式接收用户控制。

带有可伸缩手臂的球形行走机器人

技术领域

本发明涉及一种结构改进的球形机器人，确切地说，涉及一种带有可伸缩手臂的球形行走机器人，该机器人既可作为一种特殊的运载工具，又可用于在特定场合完成一些特定任务；属于机器人技术领域。

背景技术

球形行走机器人（以下简称：球形机器人）是近年来国内外新近兴起、并发展迅速的一个特种研究领域。目前，国内外已经研制出若干种不同结构组成的球形机器人。申请人也在2001年、2002年及2004年先后向中国专利局申请了几种不同结构的球形机器人的发明专利（专利号ZL0118289.X，专利号ZL02128933.6，申请号200410096567.X，申请号200410096568.X）。这些球形机器人与地面是点接触—属于纯滚动摩擦，阻力非常小，驱动行走和转向灵活方便，具有全方位驱动行走功能和零转弯半径的特点，即能够在二维地面上实现全向性行走和简便穿过口径略大于其直径的曲折通道，适应道路的功能很强，有望成为今后机器人在坎坷不平的地面上行走的一种比较理想的运输工具。但是，在某些特殊环境和场合里，球形机器人的应用存在有相当大的局限性。

目前，传统的多足或带有机械臂的机器人已经引起人们广泛的关注、研究和应用。这种多足机器人对于活动环境有很强的适应能力，但是它不具备球形机器人二维全向性行走、零转弯半径的特点，其运动灵活性在许多场合受到限制；而带有机械臂的机器人，其灵巧的机械臂可以像人的手臂那样从事各种运动或操作，从而能够从事许多特定功能的工作。然而，在某些场合，其应用需要有一个良好的移动载体。

如何在球形机器人中安装可伸缩的机械臂或其它肢体，以使该机器人在机械臂缩回时，能够具备球形机器人灵活运动的特性，而在机械臂伸出时，能够在许多场合用作机械手、机械足、或其它传感能器，从而能够从事许多特定操作而拓展球形行走机器人的应用范围，就成为申请人关注和研究的新课题。

发明内容

有鉴于此，本发明的目的是提供一种带有可伸缩手臂的球形行走机器人，以便能够克服现有技术中传统的球形机器人缺乏四肢，不能执行各种操作以及带有多足或机械手的机器人的运动灵活性受到限制的各种缺陷，使得本发明成为一种既能够从事复杂操作，又具有乖巧、灵活运动特性的移动式机器人。

为了达到上述目的，本发明提供了一种带有可伸缩手臂的球形行走机器人，包括球壳、位于球壳内的行走传动机构和控制装置；其特征在于：所述球壳为分体式结构：由可垂直升降移动的和/或不可升降移动的球冠分别与其下侧的球形壳体组成，在球冠与球形壳体内侧空间设有一个或多个可分别控制其伸出或缩回球壳内部、并作相应运动的机械手臂；所述机械手臂由通过肘关节电机连接、能够作相对旋转运动的两个连杆组成，其中靠近球冠中央的一个连杆被称为机械手臂中的上臂，另一个靠近球冠外径的连杆则被称为机械手臂中的小臂，该上臂的另一端固装在球冠上，或者固装在可以相对于球体旋转的转动轴套上，小臂的悬空端可通过腕关节电机加装机械手或传感能器，用于从事程序设定的操作或探测、感知周围环境。

所述球壳为可垂直升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，采用电机带动丝杠旋转的传动机构来升起或闭合球冠，使得该球形行走机器人的机械手臂能够从球形行走机器人内部伸出或缩回，且在球冠与其下侧的球形壳体闭合后，整个球壳保持球形外观。

所述球壳为可垂直升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，机械手臂的上臂的另一端固装在球冠上。

所述球冠底座上侧空间的中心位置设有电机，该电机的转轴联结驱动一丝

杠旋转，球形壳体端面凹槽中固装有耦合该丝杠的丝杠套筒，藉此传动付实现球冠的升降低位移及其与球形壳体的分离和闭合。

所述球冠与其下侧的球形壳体之间设有2~4个导向拉杆，该导向拉杆均分设置在丝杠的外侧周边，其穿过球形壳体的定位孔的一端带有档边，并套装有压簧，另一端固装在球冠上，用于提高球冠升降和/或机械手臂伸缩的工作稳定性。

所述机械手臂中的上臂连杆的长度大于丝杠和导向拉杆之间的半径，以使小臂能够有充分旋转运动的空间；所述上臂和/或小臂连杆由圆弧形曲杆或直杆组成，采用圆弧形曲杆可以充分利用球形行走机器人内部空间。

所述球壳为不可升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，球壳被一定位杆分隔成不完整的球形：该定位杆的一端固装在球冠上，另一端固定安装在其下侧的球形壳体端面凹槽中，使得球冠和球形壳体两者连接成为一体，且在两者之间设有用于放置可伸缩的机械手臂的空间或缺口。

所述球壳为不可升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，所述机械手臂的上臂的另一端固装在可以相对于球体旋转的转动轴套上：一转动轴套藉由轴承固装在所述定位杆的外侧，该转动轴套上的外齿轮与固装在球形壳体端面凹槽中的手臂电机转轴上的齿轮相互啮合，使得手臂电机转动时，驱动该转动轴套与固装在该轴套上的上臂随之旋转，即该上臂绕定位杆旋转，从而在球形行走机器人沿着水平方向滚动时，机械手臂能够始终保持上举状态。

所述行走传动机构中采用方形框架构件来替代原来通过两根支撑短轴和轴承承载在球壳内侧、用于安装驱动电机和蓄电池的圆环，以便利于加工和装配工艺。

当球形行走机器人由可垂直升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，所述控制装置设置在球冠底座上侧空间中，在球形行走机器人由不可升降移动的球冠与其下侧的球形壳体组成时，所述控制装置设置在绕定位杆转动的机械手臂的上臂上；该控制装置内设有对机械手臂上的丝杠电机、手臂电机、各个关节电机、机械手和传感器件的操作控制电路，藉由蓝牙或其它无线通信方式

接收用户控制。

本发明是一种以球形机器人为本体，在其上加装可以伸出或缩回球壳内部的机械手臂而实现的，该伸缩的机械手臂在其端部既可以加装机械手，用于从事各种复杂操作；也可以安置各种传感器件，以帮助球形机器人对周围环境进行探测和感知，在某些非二维平面运动的场合，该机械手臂可以用作下肢或其它支撑，以辅助该球形机器人实现各种特定的运动。

为了加装机械手臂，本发明对以前研制的球形机器人的球形外壳结构进行了改造。采用的方法有两种，一种是将球壳的某处球冠部分制成可以升降而打开或闭合的结构，在内部空间加装机械手臂，在需要使用机械手臂时，该处的球冠部分被升起而打开，使得机械手臂能够伸出球壳外面来从事各种操作，操作完成后，再将机械手臂缩回到球壳内部，然后降落球冠部分而使壳体闭合，重新呈现为球形外观。该结构适用于应用环境不甚苛刻的场合。另一种是球壳做成非完整球状：由两者之间设有缺口或空间的不可升降移动的球冠和下侧球壳组成，在该缺口或空间内加装机械手臂，机械手臂部分在缩回缺口或空间内后，球冠和下侧壳体仍然共同构成和保持球形外壳轮廓。该结构特别适用于在球形机器人滚动时，要求其手臂始终保持上举的场合（比如在需要球形机器人边摄像、边滚动的操作运动情况下）。本发明的行走传动机构和机械手臂的运动机构都是由安置在球形机器人内部的两个控制装置分别进行控制而实现各种操作的，该两个控制装置可通过蓝牙或其它无线通信方式接收用户的操作与控制。

本发明在球形机器人上加装可伸缩机械手臂后，不仅能够使其保持在二维平面内灵活运动的优点，而且因为加装了可以用作机械足、机械手的机械手臂，使其运动更加灵活、便利。比如本发明装有可伸缩手臂的球形机器人可通过机械手臂的辅助运动，轻而易举地攀爬楼梯、翻越障碍；就运动范围而言，无疑扩大了球形机器人的应用领域：其在楼层失火营救、反恐排爆等许多特殊场合都可以得到应用。此外，因为该可伸缩手臂在球形机器人静止时，可以保持球形机器人的定位稳定性，且该手臂伸出时，可以像人手那样从事各种操作，因此，本发明球形机器人可以代替人去执行一些危险复杂的活动。例如深入无人

区，代替人去进行地质勘探；该球形机器人也可以用于军事上，它既可以灵活地穿过敌人设置的障碍，深入敌人营地内部，通过手臂端部的摄像机对敌人进行侦察活动，而在战场上，更可以在手臂上加装枪械来代替战士，完成对敌的阵地战斗，同时能够避免人员伤亡。可以预计，本发明带有可伸缩手臂的球形机器人在不久的将来可以在抢险、消防、救灾、地质勘探、军事等诸多场合得到广泛应用。

附图说明

图 1 是本发明可升降球冠式带有可伸缩手臂的球形行走机器人的整体结构示意图(其中一侧的两个手臂处于伸出状态,另一侧的两个手臂处于缩回状态)。

图 2 是本发明带有可伸缩手臂的球形行走机器人的可升降球冠式的整体结构中机械手臂都处于缩回时的结构组成示意图。

图 3 是本发明不可升降球冠式带有可伸缩手臂的球形行走机器人的整体结构示意图 (其中一侧的一个手臂处于伸出状态)。

图 4 是本发明带有可伸缩手臂的球形行走机器人的机械手臂及其关节电机安装结构俯视示意图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面结合附图对本发明作进一步的详细描述。

参见图 1 和图 2，图中展示的本发明一实施例是在球形行走机器人的两端对称地加装机械手臂 (根据需要可以加装多条机械手臂)。图 1 中 1 为一 CCD 摄像头，2 和 17 为机械手，3 和 16 为腕关节电机，4 和 15 为小臂，5 为球冠，6 和 14 为肘关节电机，7 为上臂，8 为导向拉杆，9 为丝杠电机，10 为丝杠，11 为丝杠套筒，12 为控制装置，13 为弹簧，18 为球形壳体。图中各零件之间的装配关系是：丝杠套筒 11 固定在球形壳体 18 上面，丝杠电机 9 和上臂 7 分别固定在球冠 5 上，丝杠 10 通过联轴器连接丝杠电机 9 的转轴，可以在电机 9

的带动下旋转。导向拉杆 8 一共有四根（其分布参见图 4），固定安装在球冠 5 上。随着球冠 5 的升降，导向拉杆 8 可以相对球形壳体 18 做轴向运动，其端部加装的弹簧 13，可以产生一拉力，在球冠 5 升降或手臂伸缩机构运动时，可增加该机构的稳定性。由图中可以看出，丝杠 10 在丝杠电机 9 的带动下旋转，可以实现球冠 5 或球体的张开和闭合。当需要伸开机械手臂时，首先是丝杠电机 9 旋转，再在丝杠 10 的作用下，球冠 5 做相对远离球形壳体 18 的运动，此时球体张开，于是肘关节电机 6/14 开始旋转，带动由小臂 4/15 及其连接的机械手 2/17 运动，然后是腕关节电机 3/16 运动，带动机械手及其上的传感器或手臂夹持器运动，最终将手臂关节伸出到球体的外面，实现了机械手臂的张开，可以进行各种操作。当手臂收回后，通过丝杠 10 的旋转，球形壳体 18 和球冠 5 又组合成为完整的球体，这时机器人可实现全向性行走，其行走功能不受限制（各个附图中的球形机器人行走装置的各个构件及其行走原理参见上述各个专利申请文件，在此不再赘述）。整个手臂伸缩机构的运动控制通过控制装置 12 来实现。

从图 1、2 中可以看出，可开合式的升降球冠结构中，位于两边的机械手臂可以同时处于伸出状态，也可以只将一边的机械手臂伸出，另一边的机械手臂缩回。两边的机械手臂可以处于水平轴线上，也可以处于竖直轴线上。当两边机械手臂处于水平轴线时（参见图 1），可以同时伸出球壳，以足或手的方式来辅助球形机器人的运动。当两边手臂处于竖直轴线时，处于底部的手臂可以伸出球壳，起到地面定位的作用，而此时处于上部的机械手臂仍然可以伸出来完成相应的各种操作。

参见图 3 所示的不可升降球冠式的带有可伸缩手臂的球形行走机器人总体结构。图中零件 20 为 CCD 摄像头，21 为机械手，22 为腕关节电机，23 为小臂，24 为球冠，25 为肘关节电机，26 为传动齿轮，27 为上臂驱动电机，28 为转动轴套，29 为中心定位杆，30 为上臂，31 为上臂控制器，32 为球形壳体。该实施例的结构与可升降球冠式的结构不同，球壳不具有开合运动机构，而是

采用中心定位杆 29 代替了可开合式结构中的丝杠，其作用为连接球冠 24 和球形壳体 32 成为一体；其中机械手臂的上臂 30 的另一端固装在一个可以相对于球体旋转的转动轴套 28 上，该转动轴套 28 藉由上下两个轴承固装在中心定位杆 29 的外侧，该转动轴套 28 上的外齿轮与固装在球形壳体 32 端面凹槽中的上臂驱动电机 27 转轴上的齿轮 26 相互啮合，使得上臂驱动电机 27 转动时，驱动该转动轴套 28 与固装在该轴套 28 上的上臂 30 也随之旋转，即该上臂 30 和整个手臂系统都可以绕中心定位杆 29 转动，这样通过控制该驱动电机 27，就可以使球形机器人在该附图 3 中的水平方向滚动时，机械手臂上所携带的摄像头 20 或其它传感器始终保持上举，实现探测和运动的同步进行。另外，图 3 中只画了一个机械手臂(该机械手臂的控制器位于该上臂的另一侧延长端)，实际上，该结构也可以设置两个或多个机械手臂，此时的机械手臂的控制器可以设置在各自机械手臂的上臂上。

从图 3 中可以看出，球壳的不同部分始终位于同一球面位置上，它们之间的间隙始终存在，手臂从间隙处伸出或缩回。分体式结构与可开合式结构相比较，优点是结构设计简单，且在手臂伸出时，仍可做全向性运动，缺点为球壳不同部分之间的间隙使球壳变得不完整，运动过程中的稳定性会受到一定影响；并且由于球冠和球形壳体的连接构件较少，使得两者的稳固连接性能受到影响。

参见图 4，本发明的机械手臂的上臂 7 或小臂 4 都是既可以做成直杆，也可以根据空间的需要，做成圆弧状的弯杆，并且在该球形外壳壳体空间内可以加装一条或若干条手臂，只要尺寸和空间布局合理，控制系统完善，其性能不会受到影响。

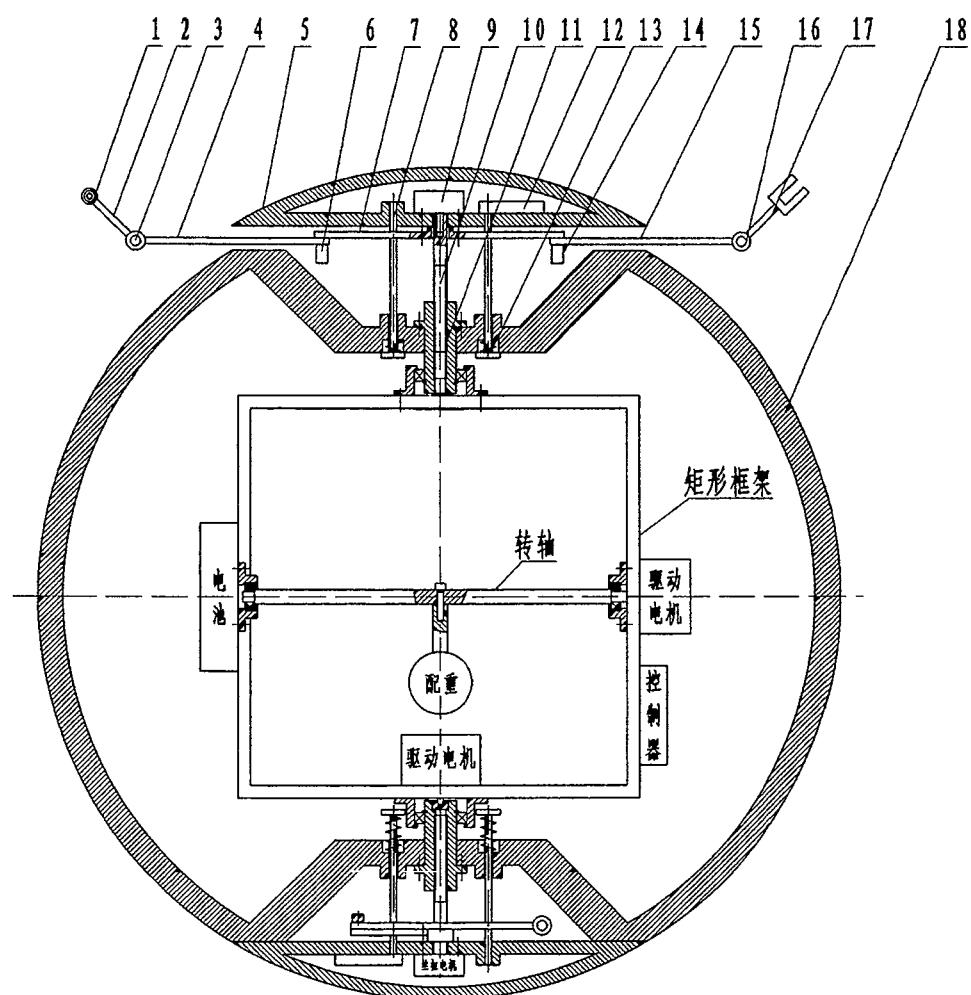


图 1

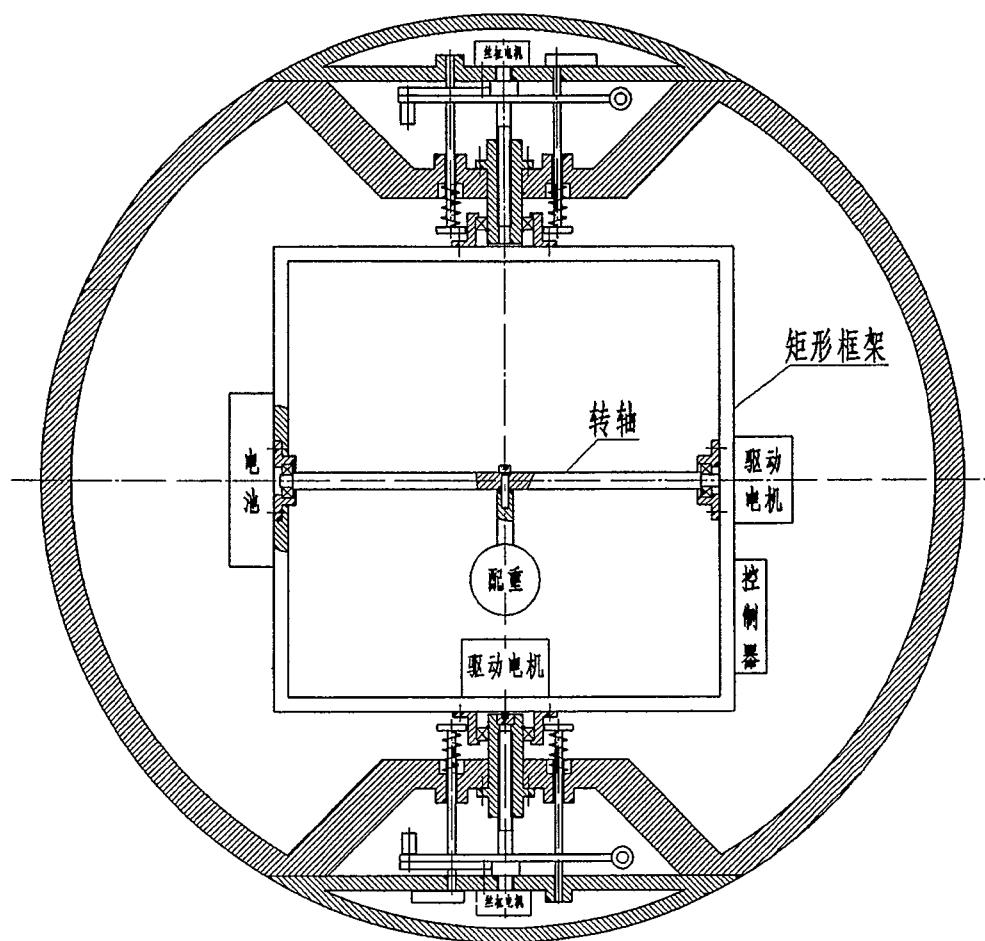


图 2

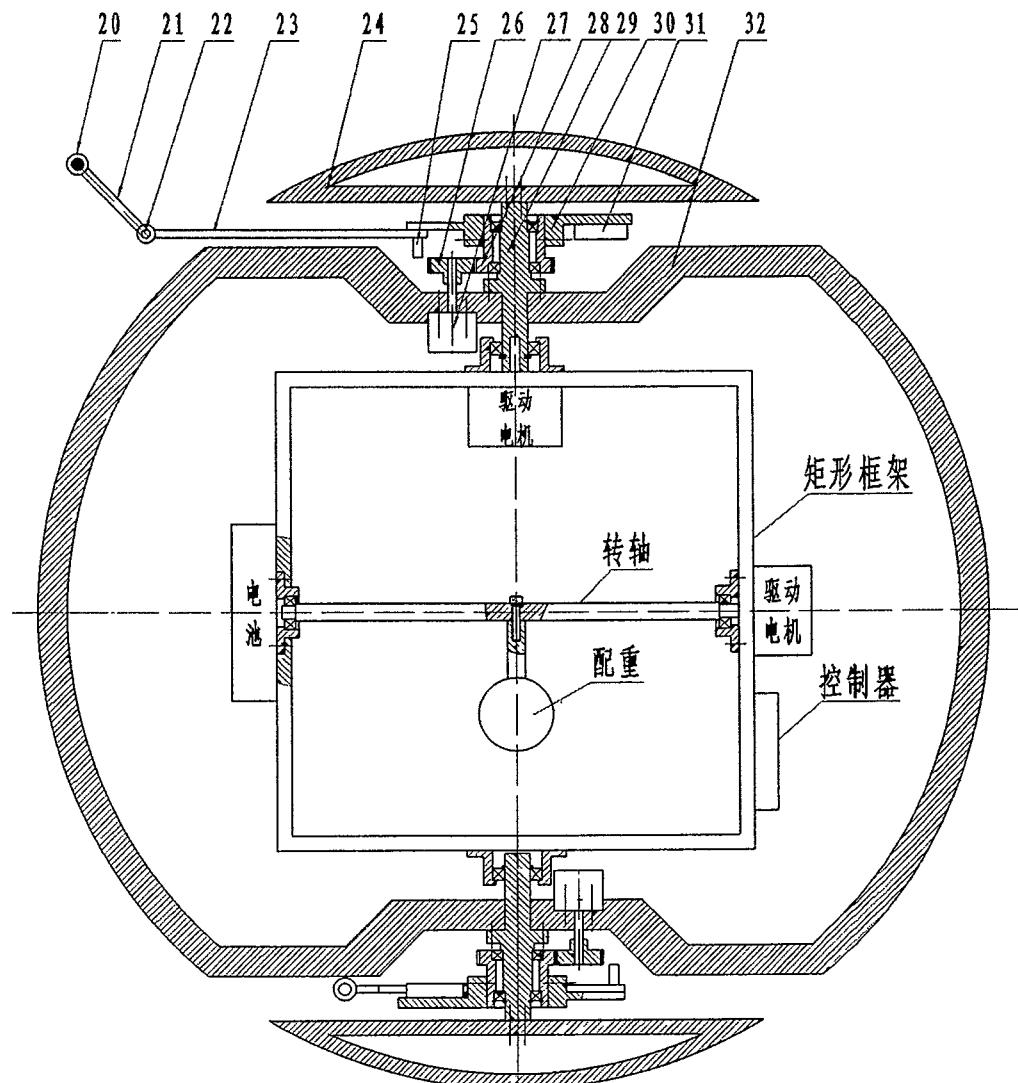


图 3

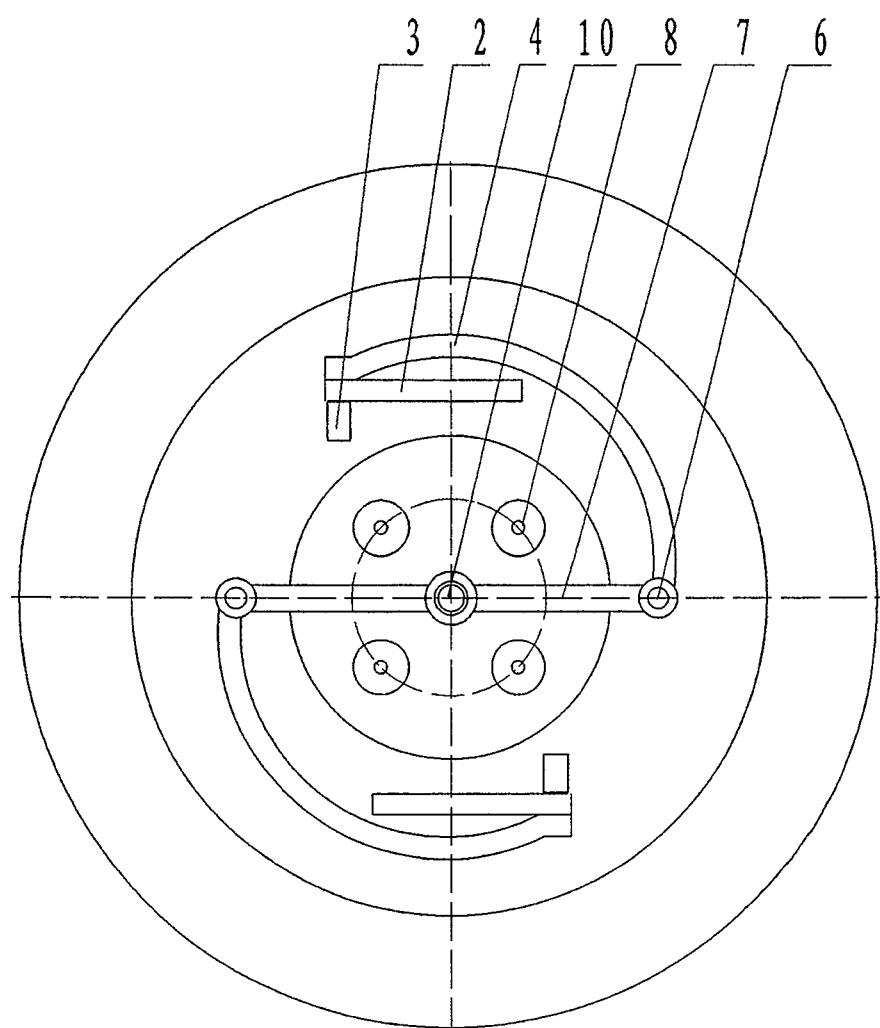


图 4