

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F16H 27/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01112242.0

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1306188C

[22] 申请日 2001.1.1 [21] 申请号 01112242.0

分案原申请号 01101766. X

[73] 专利权人 熊介良

地址 518049 广东省深圳市福田区梅林一村 84 栋 14 楼 D

[72] 发明人 熊介良

[56] 参考文献

US4680022 1987.7.14

CN1043777A 1990.7.11

CN87207890U 1988.5.25

CN2046795U 1989. 11. 1

审查员 胡杰士

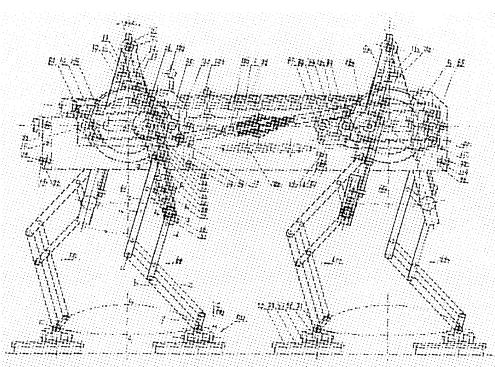
权利要求书 5 页 说明书 20 页 附图 5 页

[54] 发明名称

“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置

[57] 摘要

本发明是一种步行或爬行的步行机械腿装置，驱动杆 12 的圆轨迹点在 O 为圆心的壳体环槽中约束，直线轨迹点在与壳体固连的横梁板 30 的对称横槽内约束，摆移支点沿纵轴线作少许直移兼转动，卡当驱动销 22 置入驱动杆背面纵槽中输入合成杆上的三个特殊点按椭圆规律运动作往复摆动，缩放仪 60 上 a 杆端固定点 G 和驱动杆铰连，其缩放点 S 限定在驱动杆直槽内滑动使缩放仪摆动伸缩，啮合定位点处的信号开闭控制双平行四边形换向等多种机构的协调下，能实现步幅大小变化、差动转向、站立自锁。缩放仪 60 增加 e、f 杆其踝关节点 H 按不同的轨迹作交替抬腿和迈步。可仿哺乳动物、鸟类、爬虫姿态步行，适用于机器人、机器动物乐园、步行车、假足及各种系列的步行或爬行动物玩具。



1、“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置是通过卡当圆行星机构作为动力输入，其特征在于：带轮（2）与连接套（4）将左右输入轴（5）、（6）同轴相背联结，左右曲柄销（19）、（20）成 180° 交错，左右行星齿轮（17）、（18）和内齿圈（15）、（16）参数相等，节径比为1:2，左右卡当驱动销（21）、（22）和滚轮或滑块（23）、（24）分别置入左右驱动杆（11）、（12）相对背面纵槽之中，通过传动带（1）将前后、左右互相交错 180° 的二组或多组门氏杆装置中的前、后带轮（2）、（2a）组成单动力输入；

驱动杆（12）上轴销（34）的轴心被约束在和壳体（10）固连的横梁板（30）横槽内沿横轴线作直线轨迹运动，门氏杆上轴销（75）的轴心被约束在以几何中心O为圆心的壳体（10）端面环槽（76）之中，滑套（71）一端套在立柱座（73）滑杆上，另一端插入驱动杆上的摆移支点孔内沿纵轴线作上下滑动并绕摆移支点中心转动，其它驱动杆（11）和（11a）、（12a）上的三个特殊点约束同上；

缩放仪（60）上的固定点G与驱动杆（12）的固定孔铰连，缩放仪上的c、d杆交汇的缩放点S被限制在各驱动杆正面槽内作上下有序滑动，使缩放仪（60）随驱动杆（12）摆动的同时作相应的伸缩，伸缩时的信号定位点D、D'在啮合定位点处的偶数内齿圈（16）节径上互成 180° 相对的两凹齿的齿根内，装有径向微动触针的中心与横轴线重合时，由行星齿轮（18）某齿顶有规律碾压产生固定的开或关的控制信号，来协调二腿或四腿以上的缩放仪的抬腿和迈步，步进传动轴（88）通过两端摇臂及电磁组合杆（86）、（87）将左右、前后的双平行四边形换向机构等机构共同控制步幅大小调整，差动转向，站立自锁等；膝关节点X的朝向有朝前、朝后、混合朝向、朝外等组合，步行机械腿可一组、二组或多组组合，可在缩放仪（60）上增添e、f杆，在b、f杆交汇的踝关节点H处，可配置多种结构的脚装置（90）。

2、如权利要求1所述的“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置，其特征在于：横轴线上横梁板（30）两端的对称销轴上的摇臂（81）、（82）分别与上下接触件（28）、（42）铰接，并与空套在驱动杆（12）直线轨迹点处轴销（34）或（34a）上与针轮（38）同轴压合一体的小齿轮（32）或与伞齿轮（131）同轴压合一体的环槽摩擦轮（38a）组成双平行四边形开、闭的换向机构，专供步行机械腿和爬行机械腿的提腿使用；缩放仪（60）在现有技术基础上增添e杆和f杆。

3、如权利要求 1 或 2 所述的“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置，其特征在于内齿圈（16）是偶数齿，与内齿圈套（14）压合后装入同轴线的壳体（10）之中，内齿圈（16）节圆直径与横轴线重合，在互成 180° 的两凹齿平分线的齿根处装有信号开合的触针稍稍凸起于齿根之中，选行星齿轮（18）某凸齿平分线上节点为信号定位点 D 或 D' 与内齿圈（16）带触针的某两个凹齿啮合组成卡当行星传动，当输入轴（6）每转一周，则行星齿轮（18）上啮合定位点 D 处的齿顶轮流碾压两凹齿内触针各一次，产生固定信号周期且不会因驱动杆的摆角大小而变化，旋转内齿圈套（14）把信号定位点 D 从横轴线转移到与纵轴线重合时，卡当驱动销（22）轴心只能在过几何中心 O 的纵轴线上作上下直线运动，故动力被切断，驱动杆被锁定成为步幅为零的站立档，在 0° 至 90° 之间改变信号定位点 D 与壳体（10）之间的相位角，可选择有级档或无级档的任意大小步幅的变化。

4、如权利要求 1、2 所述的“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置，其特征在于横贯左右侧板（8）、（7）和左右加长的横梁板（30a）、（29a）孔中的步进传动轴（88）两端的摇臂（83）、（83a）在正面投影上要错开一个步进角并分别与两边的双平行四边形换向机构的下、上接触件（42a）、（27a）铰接，在行星齿轮（18）上啮合定位点 D 处的齿顶碾压内齿圈（16）触针的信号控制下，步进传动轴（88）两端的摇臂（83）、（83a）以正反相同的步进角控制一组（2 条腿）两边的双平行四边形换向机构同时闭合或松开；用等长的电磁组合杆（87）、（86）和（87a）、（86a）分别和前、中、后三组的“门氏杆”与步行机械腿装置对角地与相应的双平行四边形换向机构的上下接触件铰连后，同样只用一根步进传动轴（88）同时对二组、三组或几组“门氏杆”与步行机械腿装置进行相应交错的闭合或松开，若将若干电磁组合杆同时松开，使若干双平行四边形换向机构的上下接触传动件都呈矩形的松开状态，则所有驱动杆与步行机械腿装置全都处于站立自锁状态。

5、如权利要求 1 或 2 所述的“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置，其特征在于步幅调整是通过左右侧板（8）、（7）在二组横隔板（93、94；95、96）上镗有二组水平同轴内孔中装上圆柱（47、48；47a、48a）组成的前、后圆柱导轨上各配有前、后座架（66）、（78）均能在各自导轨上滑动，在前后座架前端各有一对直立座板（101、102；101a、102a），以中轴线为中心的水平座孔轴承中的横轴（80）、（80a）两端固有小齿轮（107，

108; 107a, 108a), 中间蜗轮(79), (79a)与前、后座架中的前、后支柱座(99), (99a)轴承中安装的前后蜗杆(97), (97a)用连接套(98)同轴固连, 在内齿圈套(13, 14; 13a, 14a)对应外圆端处制有正齿轮齿分别与小齿轮(107, 108; 107a, 108a)啮合, 组成独立传动, 只有转向手柄(100)处在的竖直位置时, 内齿圈套(13, 14; 13a, 14a)上的齿的相位角一致后, 再将凸轮手柄(124)扳到水平位置时, 受横隔板(93)中轴线孔中螺塞上弹簧(130)作用于前座架(66)蜗杆支柱座(99)背面上, 使前后座架上齿轮(107, 108; 107a, 108a)与内齿圈套(13, 14; 13a, 14a)外圆端处的正齿轮齿全部一致进入啮合, 总体作任意步幅调整。

6、如权利要求1或5所述的“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置, 其特征在于转向装置是通过前、后座架(66)、(78)后端设有固定三角支架(119)和立柱座(109)、(110)的中轴线座孔中分别固有带台轴(120)、转合轴(121), 其上分别空套有三件固成一体的伞齿轮(3)、齿轮(101)、转向手柄(100)和伞齿轮(3a), 齿轮(101a), 套(122), 用连结套(98a)将前后座架上长轴齿轮(102)和(102a)固连并分别与齿轮(101)和(101a)组成前后座架之间通过手柄(100)实行啮合联动, 当凸轮手柄(124)由水平位置扳到垂直时, 横隔板(94)凸轮(125)柱面压迫带台短轴(120)使前后座架前移, 使齿轮(107, 108; 107a, 108a)与内齿圈套(13, 14; 13a, 14a)上正齿轮齿脱离啮合后, 伞齿轮(3), (3a)与内齿圈套(13, 14; 13a, 14a)外圆端面处伞齿轮齿就进入啮合, 造成左右两边的内齿圈套的差动状态。

7、如权利要求1所述的“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置, 其特征在于: 二个单体步行机械腿是通过左右侧板(8)、(7)和横隔板(93)、(94)组成的总体框架将左右壳体(9)、(10)同轴相背安装固定, 共用一个连结套(4)把左右输入轴(5)、(6)连接, 左右曲柄轴(19)、(20)中心相错180°, 左右啮合定位点D、D'也相错180°, 驱动杆(12)上三个特殊点约束、两边的双平行四边形换向机构及控制信号、左右驱动杆(11)、(12)和左右缩放仪(60)、(60a), 或爬行缩放仪、左右缩放点S与左右驱动杆(11)、(12)下端槽内滑块(61)、(62)和电磁锁销(63)、(64)将二个“单体”组合成“一组”是驱动杆与步行机械腿装置的基本组合形式, 同理有“二组”“三组”及“若干组”的组合, 爬行机械腿也同样适用于“二组”“三组”或多组组合; 膝关节点X的朝向安装与组合,

在“一组”中的左右“单体”步行机械腿装置中，膝关节点 X 都是朝前的或都是朝后的组合；在“二组”中的左右“单体”步行机械腿装置中膝关节点 X 可全部朝前和全部朝后或其中一组朝前，另一组朝后的前后混合组合；在“三组”以上的左右单体步行机械腿装置中膝关节点 X 可采用多种朝向的不同组合；膝关节点 X 朝外同样可以用左右单体形成一组、二组、三组或多组的组合。

8、“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置是通过卡当圆行星机构作为动力输入，其特征在于：爬行机械腿由驱动杆（12a）和缩放仪（60a）组合，它的膝关节点 X 是朝外，具体把驱动杆（12a）和缩放仪（60a）上的 a 杆二者制成“整体件”，其卡当输入驱动、三特殊点约束、双平行四边形换向机构中的上下开合接触件（28a）（42a）、半周期控制信号等不变，不同的是，针轮或环槽轮（38a）直接和伞轮（131）同轴压合空套在驱动杆（12a）轴销（34a）上，伞轮（131）和伞轮（132）常啮合，伞轮（132）通过带柄轴（133）、轴套（134）、套（137）、销（138）等与缩放仪（60a）上的 C 杆固连，并置入在驱动杆（12a）“总体件”上的缩放中心 Z 为圆心的孔中随 c、d 和 b 杆一起转动，使 b 杆离开 O₁ 点向 O₂ 点运动，爬行机械腿的脚装置可省略，可用爪装置或吸盘为地面、墙面附着适应机构。

9、如权利要求 8 所述的“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置，其特征在于：膝关节点 X 朝外的爬行机械腿的提腿中，伞轮（132）的安装中即要在“总体件”（12a）的缩放中心 Z 为圆心的内孔中转动，就要和缩放仪（60a）上的两片 C 杆（135）、（136）与带柄轴（133）右端用带台轴销（138）和衬套（137）相互固定连结，当“总体件”（12a）以 2α 摆动角从后折返点向前摆动之瞬时，在控制信号作用下，双平行四边形换向机构呈工作状态，即，下接触板（42a）与环槽轮（38a）啮合接触以反时针转动，因环槽轮（38a）与伞轮（131）是同轴压合空套在轴销（34a）上与伞轮（132）常啮合，伞轮（132）的转动带动缩放仪（60a）上的 c、d、b 杆作转动使 b 杆抬腿向上，当“总体件”（12a）轴线过壳体（10a）纵轴线时，上接触件（28a）与环槽轮（38a）啮合接触以顺时针转动使 b 杆同步下落直至前折返点止；驱动杆和缩放仪中的 a 杆合并为一体，其属于缩放中心 Z 处制出的轴承套（134）孔中装入带柄传动作件（133），其左端与从动伞齿轮（132）固连后与空套在驱动杆直线轨迹点处轴（34a）的环槽摩擦轮（38a）压合为一体的主动伞齿轮（131）进行啮合传动，右端柄部通过轴销（138）衬

套(137)把套在轴承套(134)和带柄传动件(133)上的两片缩放仪中的c杆(135)、(136)与柄部连结，使缩放点S绕缩放中心Z产生转动来推动缩放仪上踝关节点H作“返回行程”和“工作行程”，但其膝关节点X是朝外的爬行方式。

10、“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置是通过卡当圆行星机构作为动力输入，其特征在于：“单体”步行机械腿由驱动杆(12)、缩放仪(60)及脚装置(90)组合，具体是由卡当驱动销(22)滚轮(24)置入到驱动杆(12)背后纵槽中，以 2α 摆动角从后折返点延长线上踝关节点H向前摆动之瞬时，在控制信号作用下，锁销(64)鬆开滑快(62)及双平行四边形换向机构呈工作状态，即，下接触板(42)与驱动杆(12)的轴销(34)上空套的针轮或摩擦轮(38)对正啮合以反时针转动，因齿轮(32)与针轮(38)是同轴压合，齿条(44)又和齿轮(32)常啮合，齿条(44)在驱动杆(12)上二凸耳(46)、(26)孔内滑移，在齿条(44)轴颈处有活动凸耳(50)和驱动杆(12)槽内的滑块(62)及轴销(68)固连，故，带动缩放仪(60)上缩放点S向上直移，使踝关节点H也同步提腿向上，直到驱动杆(12)轴线通过壳体(10)纵轴线时，针轮(38)与上接触板(28)啮合作顺时针转动，使缩放点S向下移动，踝关节点H也同步下落，直至前折返点止， H_02H' 为“单体”步行机械腿抬腿时的轨迹线；在半周期控制信号作用下，双平行四边形换向机构呈矩形鬆开状态，上下接触件(28)、(42)与针轮脱开。锁销(64)锁住滑块(62)， H_1O_1H 是“单体”步行机械腿迈步轨迹线； O_1O_2 是抬腿高度，它等于齿轮(32)节径乘 π 的 $1/4$ 再乘以缩放仪(60)的缩放比系数。

“门内马斯摆杆”式步行机械腿装置

一、技术领域：

本发明涉及用于机器人、机器动物乐园、四腿步行车、假足和昆虫或动物步行玩具以及大、中、小、微型等多种用途步行或爬行系列装置产品。

二、背景技术：

在自然界中人类、鸟类、走兽、昆虫等都是靠腿的摆动、伸缩运动来行走的，师法自然，模仿生物腿足来设计新式机械腿是走捷径的方法。目前各种媒体披露或报导的步行机器人的行走机构大多是采用液压油缸，滚珠丝杠等作直线驱动，或直接在腿结构的每个关节点上都使用一个驱动器。这样在步幅折返时所产生的惯性冲击力大，需要的驱动力大，不适用于快步行走，使用众多的驱动器，势必存在结构笨重、控制复杂、昂贵、难以普及等不足之处。

三、发明内容：

本发明的目的就是为了避免现有技术中的上述不足而提供一种由“门氏杆”与步行机械腿装置和一种“门氏杆”与步行机械腿装置中的结构稍做改动的爬行机械腿装置；这种装置用驱动杆作为步行机械腿中大腿摆动的动力杆，把改进的缩放仪机构和双平行四边形换向机构作为抬腿、行走的步行机械腿中的缩放控制机构，把行程调整等装置综合运用到控制步幅大小变化的有档控制、无级控制和按固定步幅行走（不变摆动角）的以及站立自锁和差动转向等，从而简化了结构，增加了运行的可靠性，弥补了现有技术的不足之处，形成一种独具特色的步行机械腿新装置。

本发明的目的是通过以下途径来达到的，“门内马斯摆杆”与步行机械腿装置是通过卡当圆行星机构作为动力输入，其特征在于：带轮与连接套将左右输入轴同轴相背联结，左右曲柄销成 180° 交错，左右行星齿轮和内齿圈参数相等，节径比为1:2，左右卡当驱动销和滚轮或滑块分别置入左右驱动杆相对背面纵槽之中，通过传动带将前后、左右互相交错 180° 的二组或多组门氏杆装置中的前、后带轮组成单动力输入。

驱动杆上轴销的轴心被约束在和壳体固连的横梁板横槽内沿横轴线作直线轨迹运动，门氏杆上轴销的轴心被约束在以几何中心O为圆心的壳

体端面环槽之中，滑套一端套在立柱座滑杆上，另一端插入驱动杆上的摆移支点孔内沿纵轴线作上下滑动并绕摆移支点中心转动，其它驱动杆和上述的三个特殊点约束同上。

缩放仪上的固定点 G 与驱动杆的固定孔铰连，缩放仪上的 c、d 杆交汇的缩放点 S 被限制在各驱动杆正面槽内作上下有序滑动，使缩放仪随驱动杆摆动的同时作相应的伸缩，伸缩时的信号定位点 D、D' 在啮合定位点处的偶数内齿圈节径上互成 180° 相对的两凹齿的齿根内，装有径向微动触针的中心与横轴线重合时，由行星齿轮某齿顶有规律碾压产生固定的开或关的控制信号，来协调二腿或四腿以上的缩放仪的抬腿和迈步，步进传动轴通过两端摇臂及电磁组合杆将左右、前后的双平行四边形换向机构等机构，共同控制步幅大小调整，差动转向，站立自锁等。

“单体”步行机械腿由驱动杆、缩放仪及脚装置组合。具体是由卡当驱动销滚轮置入到驱动杆背后纵槽中，以 2α 摆动角从后折返点延长线上踝关节点 H 向前摆动之瞬时，在控制信号作用下，锁销鬆开滑块及双平行四边形换向机构呈工作状态，即，下接触板与驱动杆的轴销上空套的针轮或摩擦轮对正啮合以反时针转动，因齿轮与针轮是同轴压合，齿条又和齿轮常啮合，齿条在驱动杆上二凸耳、孔内滑移，在齿条轴颈处有活动凸耳和驱动杆槽内的滑块及轴销固连，故，带动缩放仪上缩放点 S 向上移动，使踝关节点 H 也同步提腿向上，直到驱动杆轴线通过壳体纵轴线时，针轮与上接触板啮合作顺时针转动，使缩放点 S 向下移动，踝关节点 H 也同步下落，直至前折返点止， H_0H' 为“单体”步行机械腿抬腿时的轨迹线；在半周期控制信号作用下，双平行四边形换向机构呈矩形鬆开状态，上下接触件、与针轮脱开。锁销锁住滑块， H_0H 是“单体”步行机械腿迈步轨迹线； O_0O_1 是抬腿高度，它等于齿轮节径乘 π 的 $1/4$ 再乘以缩放仪的缩放比系数。

爬行机械腿由驱动杆和缩放仪组合，它的膝关节点 X 是朝外，具体把驱动杆和缩放仪上的 a 杆二者制成“整体件”，其卡当输入驱动、三特殊点约束、双平行四边形换向机构中的上下开合接触件、半周期控制信号等不变，不同的是，针轮或环槽轮直接和伞轮同轴压合空套在驱动杆轴销上，伞轮和伞轮常啮合，伞轮通过带柄轴、轴套、套、销等与缩放仪上的 C 杆固连，并置入在驱动杆“总体件”上的缩放中心 Z 为圆心的孔中随 c、d 和 b 杆一起转动；膝关节点 X 的朝向有朝前、朝后、混合朝向、朝外等组合，步行机械腿可一组、二组或多组组合，可在缩放仪上增添 e、f 杆，在 b、f 杆交汇的踝关节点 H 处，可配置多种结构的脚装置；爬行机械腿的脚装置可省略，可用爪装置或吸盘为地面、墙面附着适应机构。

主输入齿轮和连结套通过内套齿或键与输入轴同轴线固连，左右的曲柄销要保证相位角错开 180° ，安装于两个壳体上的左右轴承之间成总体输入；左右的行星齿轮节圆直径与内齿圈套中的内齿圈节圆直径之比为 1:2，左右卡当驱动销和滚轮分别置入相应驱动杆背面的纵槽中，驱动左右驱动杆作有序的前后摆动。

横梁板与壳体用两个精密圆柱埋头螺栓紧固，要求横梁板上横槽的对称轴线与横轴线重合，在横梁板对称的两端处的孔中的销轴上安装着紧贴横梁板平面的两个摇臂，两端分别与上下接触件的齿板用轴销铰连，组成圆弧形平移的双平行四边形换向机构。驱动杆直线轨迹点的轴销上滚轮外再空套着与针轮固连一体的小齿轮。驱动杆中部边缘固定凸耳的孔中安装着穿过横梁板和上下齿板缝隙的齿条，上凸耳座用螺钉牢固于驱动杆上，齿条与针轮压成一体的小齿轮啮合，齿条下端轴径处与滑块上端的凸耳座孔中用销子固连，若针轮作正反旋转，则与小齿轮啮合的齿条通过与凸耳座固连的滑块上的固定轴销，将缩放仪上 c 杆 d 杆交汇处的缩放点 S 沿驱动杆下端的燕尾槽作上下运动。

驱动杆以最大 2α 的摆动角从后折返点将要向前摆动的瞬间，在驱动杆下端背面处固连的电磁锁销，通过处于横轴线上的内齿圈节圆直径上两个齿槽底小孔中的信号定位点 D 或 D' 处的触针（图未示），由行星齿轮的定位点 D 处齿顶碾压触针来控制开合信号，使电磁锁销在弹簧作用下处于松开状态；在缩放仪下端的踝节点 H 也处在抬腿离开地面的瞬间，在开合信号的控制下，使步进传动轴变化一个步进角，并通过电磁组合杆的作用，将双平行四边形上下齿板由矩形变成平行四边形的闭合状态，这时，空套在驱动杆轴销上的针轮下方第一针齿正好与双平行四边形的下齿板“大步档”齿槽对正啮合（上齿板位置无齿），由于驱动杆由后向前方向摆动，故针轮上的针齿以反时针方向依次滚过下齿板上的第二、三齿槽，直到驱动杆轴线将要通过纵轴线位置时，针轮下方最后啮合的针齿对面的针齿顶部与上齿板第一个齿槽面相碰，迫使驱动杆轴销上的针轮改变方向，以顺时针方向旋转，滚到上齿板的最后一个齿槽，即针轮反转 90° 再顺转 90° 回到初始时的垂直位置，这时驱动杆已抵达前折返点位置，缩放仪上的踝关节 H，也由 H 点位置开始作抬腿上升动作 O_1H 弧线，驱动杆摆到纵轴线位置时，针轮反向，步行机械腿下降作 O_2H' 弧线，这就完成了从后折返点到前折返点之间的 H_0O_2H' 弧线，即半步的抬腿的“返回行程”。由于小齿轮压合在针轮中，小齿轮与齿条保持啮合，缩放仪上的缩放点 S 在驱动杆下端的燕尾槽中上下直移距离，等于小齿轮节圆直径处的圆周总长度的四分之一，缩放仪踝关节点 H 的垂直提腿高度 O_1O_2 的距离，是小齿轮节圆直径乘 π 的四分之一乘以缩放仪的缩放比系数。

缩放仪上的踝关节点 H 由后折返点抵前折返点的瞬间，步行机械腿的脚装置已经着地，行星齿轮的啮合定位点 D 处的齿顶正碾压两个齿槽中的某个触针，使步进传动轴反向回到原始位置，并通过电磁的组合杆使双平行四边形换向机构呈矩形张开，脱离与针轮的传动接触，与此同时固定在驱动杆背面的电磁锁销将插入滑块的锥孔中锁定承重的步行机械腿，于是驱动杆从前折返点摆动到后折返点作半个周期的承重的“工作行程”迈步，完成“行走一步”的任务。步行机械腿从前折返点到后折返点之间的承重着地过程中，缩放仪上的踝关节点 H 的运动轨迹是一条椭圆曲线，类似于马在奔走中人骑在马背上那种上下起伏状态，这就是驱动杆以最大 2α 摆动角从后折返点到前折返点之间的一个往复摆动的“大步档”周期；最大“折返点”是处在横轴线上的内齿圈节圆直径上的两个节点，由于驱动杆是以最大 2α 的摆动角，故具有卡当驱动销和滚轮的运动轨迹始终保持在横轴线上的两个折返点之间作来回往复直线运动，驱动杆背面纵槽中两壁上的驱动销和滚轮在纵向槽中不动的特征。

驱动杆以小于 2α 的摆动角从后折返点向前折返点作往复摆动的瞬间，同样在信号定位点 D 或 D' 的作用下，首先使驱动杆背面固定的电磁锁销与滑块处于松开状态，下齿板上第二齿槽与针轮下处于垂直位置的第二针齿也同样在信号定位点 D 作用下，双平行四边形换向机构变成平行四边形的闭合状态。随着驱动杆向前摆动，针轮也开始反时针转动，使小齿轮带动齿条及缩放仪上的缩放点 S 沿驱动杆下端的燕尾槽也开始提腿上升，驱动杆的轴线一过纵轴线，同样，针轮下方最后与下齿板啮合的针齿对面的针齿顶部与上齿板第一个齿槽面相碰，使针轮反向旋转，直到对称的上齿板倒数第二齿槽与针轮上倒数第二个针齿啮合到垂直位置时，即到达前折返点。同样在控制信号的作用下，驱动杆下端的电磁锁销进入滑块上孔中锁住，缩放仪和脚装置着地承重，走出“中步档”，照此类推，走出“小步档”。当行星齿轮和内齿圈的信号定位点 D 或 D' 调整到与纵轴线重合时，驱动杆背面纵槽中的卡当驱动销和滚轮只能在过几何中心 O 的纵轴线上作上下直线运动，不能对纵槽两侧壁产生驱动力，故驱动杆在纵轴线的垂直方向，动力处于切断的离合状态，驱动杆处于不能摆动的锁定状态，同时电磁锁销也将进入滑块孔内，将驱动杆和缩放仪锁定为一体，这就是本发明的独具特色的“站立档”（也称步幅为零的零位档）。在小于“大步档”和大于“零位档”之间多个档位时，行星齿轮和内齿圈相位角改变后的两个定位点 D、D' 处在横轴线和纵轴线之间的相对内齿圈节圆上，若将这两个定位点 D、D' 投影到横轴线上，就得到前后折返点的位置及摆动角的大小，尽管需要驱动杆的摆动角在零到最大摆动角之间不断变化，来形成无级或有级档位的若干大小变化，但行星齿轮在走“一步”的周期中围绕内

齿圈旋转 2 周是固定不变的，所以走中、小步幅是很省力的，采用固定不变 2α 摆动角使驱动杆结构将大大简化。

将开合的双平行四边形换向机构中的上、下接触件的齿板更换为有 V 形截面的上下摩擦板，将针轮更换为环槽的摩擦轮，仍与小齿轮压固连，组成开合的双平行四边形另一种接触传动形式的换向机构。下摩擦板只有在纵轴线的右边段才能与摩擦轮保持摩擦传动；上摩擦板也只有在纵轴线的左边段与摩擦轮保持摩擦传动。在上下摩擦板与纵轴线之间制有很短的过渡段，若摩擦轮中心正好处在壳体纵轴线位置时应保证与上下摩擦板都不接触为佳，其作用原理和运动方式与上述的上下齿板完全一样，其优点可在驱动杆最大的摆动角和最小的摆动角之间任意选择摆动角，实现步幅任意大小的无级变化，步进角小并且结构简单，更换易损件方便。

内齿圈齿数应是偶数齿，与内齿圈套固连一体，调整步幅行程大小和转向，对控制信号的及时准确发送尤为重要。将内齿圈节圆直径位置上的两个凹齿的齿根的正中处加工的两个小孔中设法置入信号开关触点的触针，稍稍凸起在齿槽之中，在行星齿轮上任选一齿作啮合定位点 D 齿，每当行星齿轮在内齿圈内作行星旋转三周时，此齿的齿顶将对这选定的二个凹齿槽中的触针有序碾压并松开，且不随驱动杆摆动角的大小而变化，从而给驱动杆以任意摆动角在两个的折返点时，提供准确的控制信号。

由驱动杆和缩放仪及脚装置组合而成的“单体”步行机械腿(一条腿)，有作驱动的摆杆部分和伸缩承重部分以及着地部分等，可电动驱动，也可手摇驱动，有步幅可调和站立自锁以及缩放腿机构，完全具备对假肢的各种特殊技术要求。

只有把左右匹配的双腿或多腿成一组二组或多组组合起来，把提腿和迈步控制机构、步幅大小行程调整控制机构、转向操纵机构以及主输入机构等很好地协调匹配起来，以四条腿步行车为实例，摆动的四条驱动杆前后与左右之间的摆动相位角都要求错开 180° ，即八个折返点与各条腿的提腿、迈步的协调，是通过与后排左右壳体固连的加长横梁板的前端及左右侧板上，在前后壳体几何中心的中轴线水平位置，镗有同轴线的四个内孔，步进传动轴横贯装入其中，并分别在步进传动轴左端(图 1 正面投影)轴心正下方的摇臂端孔与加长的下接触传动件齿板或摩擦板上的孔用轴销铰接起来，成为步进传动轴对左半边的前后腿双平行四边形换向机构的传力支臂；在步进传动轴右端轴心上方附近处也紧固着传力支摇臂，其端孔中心与步进传动轴中心连线与步进传动轴轴心垂直线的夹角就是步进传动轴的步进传动角；将传力支摇臂上的端孔也与加长的上接触传动件齿板或摩擦板的孔用轴销铰接起来，成为步进传动轴对右半边的前后腿双平行四边形换向机构另一个传力支臂；若在步进传动轴上安装固定齿轮与步进电

机配合，或在步进传动轴固定一根杠杆与电磁铁配合，当步进传动轴转过一个步进角时，在左右两端固定的传力支臂也同时转动相同的步进角，但方向完全相反。

对左半边前后腿之间用一根斜装电磁的组合杆，杆前端与摇臂和下齿板或下摩擦板三件共用一根轴销铰接，杆后端与摇臂和上齿板或上摩擦板也是三件共用一根轴铰接。同样在右半边的前后之间也是用一根等长的斜装电磁的组合杆，杆前端与摇臂和上齿板或上摩擦板三件共用一根轴销铰接，杆后端与摇臂和下齿板或下摩擦板也是三件共一根轴销铰接，组成四组联动且前后与左右运动方向相反的双平行四边形换向的提腿放腿和迈步控制机构。步行时，无论大步档、中步档、小步档或无级变化的步幅行程调整中，两根电磁组合杆长度相等，且固定不变。只有需要变“站立档”时，电磁铁的铁芯在弹簧的作用下才处于松开状态，这样，四组联动的双平行四边形换向机构全部都呈矩形的张开状态，与齿板或摩擦板啮合的针轮或摩擦轮都在无任何阻碍情况下，才能统一转动四个内齿圈套，将行星齿轮与内齿圈的啮合定位点D一下子都转移到各自的纵轴线上的“站立档”位置来，这样，四根驱动杆都处于纵轴线的垂直地面站立自锁的状态。在两根电磁组合杆的中间设有支承转动套筒，空套在固定于左右侧板上的孔中的横套筒的两端之上，主要是支撑和承受电磁组合杆的重量，并在其中有滑动和转动。

在左右侧板的前端和后端部位用二组横隔板和定位销以及螺钉与左右侧板连接固定，在左右侧板的前后部位制有大圆孔，分别将四个壳体内端面台压合后，并用螺钉均布固定，共同组合为四腿步行车的大梁框架。在这两组横隔板底部镗出与中轴线平行的二组同轴线内孔，将圆柱分别安装在这二组内孔中固定，组成同轴线的前端的两组圆柱导轨，并在前导轨上安装前座架，在后导轨上安装后座架，都能在各自的导轨上滑动。在前座架和后座架上各有一对直立座板，在每对直立座板轴承孔中安装一根横轴，中间与蜗轮用键连接，两旁有调整套，使蜗轮和蜗杆能保证在中轴线上面同轴啮合传动，在横轴两端左右侧板外用键固定着小齿轮，在两对直立座板轴承孔端面与小齿轮之间的空隙要大于左右侧板的厚度，使横轴在左右侧板上的四个小槽中能无阻碍的移动。

在前座架的中轴线处，三角状支架的水平座孔中紧固有带台短轴上空套着伞齿轮、齿轮、转向手柄通过轴销连成一体，齿轮与前座架支座轴承孔中的长轴齿轮啮合；后座架中轴线处有同轴孔的立柱座，带长轴齿轮从立柱座下面轴承孔中穿过，用连接套与带长轴的齿轮同轴连结在一起，将伞齿轮、套和齿轮固连后，和轴一同装入到立柱座的座孔中固定，这样，前座架上的转向手柄作正反旋转，后座架上的伞齿轮也同向旋转。

在前后座架上前端有前后蜗杆支柱座，其轴承孔中分别装配着蜗杆，前蜗杆要从前伞齿轮和转向手柄的环形槽中穿过，与后蜗杆用连接套同轴固连一起，沿前后导轨作少许总体直线移动，在同轴相连的蜗杆上的某一处，通过固连齿轮与带减速的电机匹配，组成步幅行程动力控制机构。

在四个壳体孔中的四个内齿圈套的外圆端面处各一半左右的地方，分别加工出正齿轮齿和伞齿轮齿，依次与前后座架上的，由前后蜗杆和蜗轮共同驱动前后横轴两端的齿轮，分别和内齿圈套外圆端面处的正齿轮齿啮合，一起控制四个内齿圈套严格保持一致相位角，对步行机械腿的零位站立到最大步幅摆动角之间进行统一行程控制调整，即四腿要同时保持一致的最大步幅或零步幅或两者之间小步档、中步档，必须做到随时结合，随时脱开再重新啮合，保持四个内齿圈套相位角一致而不错齿。

在第二横隔板上的镗有与前座架上三角状支架座孔一样的同轴线内孔并压入衬套，使带台短轴可随前座架移动，自由地在衬套内滑动，在横隔板座孔下方固定着偏心凸轮支座并用轴销将偏心轮装配在偏心凸轮支座上，在偏心轮右端面上铆接着手柄，偏心轮的外园柱面紧贴在带台短轴端面上；在前横隔板的中轴线处制有带螺纹的内孔中拧上螺塞，在螺塞凸台上套上压缩弹簧直接作用在前座架上的蜗杆支柱座中轴线的背面上，使相连在一起的前、后座架上与蜗轮固连的横轴两端的四个齿轮与壳体中转动配合的内齿圈套上的正齿轮轮齿全部进入啮合传动的状态，并通过独立的带减速的传动系统的正反转动来随时控制和变化步幅的最大档位，零档位以及中、小或无级选择步幅行程调整。在进行上述步幅行程调节时，凸轮手柄必须扳到到水平位置，即让出大于一个齿轮全齿高的距离，以在压缩弹簧的作用下能顺利、准确进入啮合为目的。

当凸轮手柄由水平位置扳到垂直位置时，固定在横隔板上的凸轮外园柱面压迫固定在三角状支架孔中的带台短轴，使前、后座架沿前、后导轨向前移动的同时齿轮与内齿圈套上的正齿轮轮齿脱离啮合，使前、后座架上的伞齿轮与内齿圈套上外圆端面处特制的伞齿轮齿进入啮合。转动前座架上空套在带台短轴上，由伞齿轮、齿轮和固连一起的转向手柄，通过连接套相连接的带长轴齿轮使后座架上空套在短轴上固连一起的伞齿轮、衬套和齿轮也随同一起旋转，使左半边的内齿圈套和右半边的内齿圈套的转动方向相反，即造成左半边的腿迈小步（或大步），右半边的腿迈大步（或）小步的差动状态，实现四腿步行车的转向行走。当转向完毕保持直线步行时转向手柄在弹簧的作用下要求自动回中，也只有转向手柄回到正中的垂直位置后使四个内齿圈套才能恢复相位角一致的状态，这时只要将凸轮手柄扳到水平位置后，才能进行任意行程的步幅调整。

在步行机械腿踝关节点H处用横向轴销将脚机构铰连一起，脚机构由

十零件，卵圆件和压入的弹性塑胶件以及纵向轴销组成。卵形件上的纵向凸耳孔有意靠后，使横向轴销上的支承重量更集中在脚机构的后跟附近，由于在脚机构中采用十字件，横向轴销和纵向轴销能适应各种凹凸不平地面状况，这种脚机构由于重心靠前，故在抬举腿和着地前都是脚板前端首先着地，若用弹簧稍加作用缓冲着地将会更好。

在本发明的缩放仪中 a 杆与 b 杆的杆长比一般采用 1，也可采用小于 1 的适当比值；缩放比值要根据实际参数，选用较小的值来减小步行机械腿的驱动力为准则。为了加强现有技术中的缩放仪在纵向的刚度和强度，增添 e 杆和 f 杆，成为独具特色的缩放仪。将缩放仪固定点 G 与驱动杆上的固定点孔用轴销铰接；将缩放点 S 空套在驱动杆下端燕尾槽中滑块的轴销上，沿驱动杆轴线作直线运动；将踝关节点 H 通过横向轴销与脚机构联接；X 是缩放仪的膝关节点，这就是一条步行机械腿中基本的结构。

图 1、2、3 是四个步行腿组合的步行机械腿的典型结构示意图，其外观的显著特征是，四个膝关节点 X 都是朝前组合。自然界众多的动物、昆虫中，膝关节点 X 的弯曲，朝前、朝后的组合是多样化的，在二条步行腿的组合中膝关节点 X 朝前的类似人类步行机械腿的组合，鸟类的膝关节点 X 都是朝后的组合，在四条步行腿的组合中同样可以将膝关节点 X 全部朝前（如图 1），或全部朝后；也可将其中的前面的左右步行腿的膝关节点 X 朝前，将后面左右步行腿的膝关节点 X 朝后等及由二个单体组成“一组”是驱动杆与步行或爬行机械腿装置中的一种组合形式，同理有“二组”、“三组”及若干种的不同的组合形式来设计机器人、机器狗、机器猫等和仿制机器动物乐园中各种大小动物的步态需要。

在左、右步行机械腿组合的装置中的左右侧板下方位置处安装垂直陀螺仪，可以防止步行机械腿装置在崎岖不平的容易跌倒的路况行走时，起重心失衡恢复的作用，尤其是在二腿机器人的或三腿 机器鸟步行的机械腿装置中，这种永远朝重心方向旋转的陀螺仪是更加不可缺少的附件。

图 18、19、20、21 是本发明的步行机械腿装置中，仿昆虫类或爬行类的步行机械腿的另一种形式，在自然界中，一般的昆虫多是用六条或六条以上的腿行走，如果每条腿都按固定的摆动角用六条腿仿昆虫行走，就可以省掉一大批零部件，这样转向机构中的伞齿轮就可以和内齿圈套上的伞齿轮轮齿保持常啮合了，也无需凸轮手柄的相应机构了。

昆虫多是用六条腿行走，可按前、中、后三组的左右步行腿进行组合，图 18 是中排加长横梁板，用两个精密细栓在壳体端面上的横轴线上固连，步进传动轴也同样通过电磁组合杆使前、中、后组的左右的六条腿可有序地提腿和迈步行走。

六条驱动杆同样可以通过一个主电机减速后用同步齿形带传动作有序

的互相错开 180° 前后摆动，但不同的是将驱动杆与缩放仪中的 a 杆两者组合，或干脆作成一个固定的总体（图 19），驱动杆背面纵向驱动纵槽、直线轨迹点约束、圆轨迹点约束和摆移支点等结构都是照搬。具体是，环槽摩擦轮和主动伞齿轮压合在一起，并空套在与驱动杆直移轨迹点的轴销上，主动伞齿轮与从动伞齿轮常啮合，带台轴承套压合在和驱动杆连成一体的缩放仪 a 杆处缩放中心 Z 的园孔中并用螺钉固定后，分别在两侧装上两片缩放仪 C 杆，然后再装上带柄轴，用销子将从动伞齿轮固连一起，将带台轴销和衬套把两片 c 杆与带柄轴右端柄部连结来传递扭矩，d 杆与驱动杆作成一体的缩放仪 a 杆等厚度，将 a 杆和 d 杆右端耳孔一起插入到 b 杆相应槽孔中，用销铰连，最后将 d 杆左端与两片 c 杆用销 轴铰连而成。这就是仿昆虫行走或仿爬行动物行走的膝关节点 X 朝外的驱动杆与缩放仪相结合的另一种爬行方式的步行机械腿结构。

缩放仪上 b 杆端点 H 的脚机构（图未示）走完迈步工作行程后抵达了后折返点位置的瞬时，步进传动轴在开、闭控制信号作用下将双平行四边形换向机构由矩形转换成平行四边形，这时处于右端的下摩擦板的与空套在驱动杆轴线的轴销上的带环槽的摩擦轮和压合的主动伞齿轮作反时针方面旋转，这时与主动伞齿轮啮合的从动伞齿轮带动带柄轴，通过带台轴销使两片 c 杆下端缩放点 S 以 Z 为圆心转动使 b 杆离地向上抬腿，当驱动杆由后折返点向前摆动到壳体纵轴线位置时，b 杆上 H 端点离地最高，这时带环槽的摩擦轮与上摩擦板接触使摩擦轮反向作顺时针旋转，直至驱动杆摆动到前折返点时，着地点由离地最高到完全落地为止，就完成半步周期的抬腿“返回行程”，其“工作行程”与前述一样且无须用电磁锁定承重的步行机械腿，在缩放仪踝关节点 H 处装上吸盘机构就可以爬壁。

从自然界进化来的生物腿在奔走中都具有明显的摆动和伸缩抬腿、走步的自然特性，从椭圆中的运动杆变化来的驱动杆和缩放仪等的结合，使本发明的这种步行机械腿装置更接近摆动和伸缩的自然属性，有实效且易于实施。

- 1) 作摆动驱动的驱动杆，它类似大腿的摆动形态，它含有卡当行星机构作为步行机械腿的输入机构，其中的调整机构可随时做到由最大步幅到站立自锁的最小步幅，有级的齿板换向和无级的摩擦板换向都能控制步幅大小和站立。
- 2) 本发明的步行机械腿装置在最大的 2α 摆动角行走时，由于在卡当行星输入机构中有双重曲柄的作用，故在步幅折返点处时，门氏摆杆的惯性冲击力能被双重曲柄所吸收；驱动杆在摆动的中心对称轴（即纵轴线）附近的速度相对最快，在两个折返点处的摆动速度较慢，这样对驱动杆在折返点处的减小惯性冲击力，利于快步行走。

正因为在摆动角的对称轴附近速度最快，所以步行机械腿每着地走一步，即驱动杆从前折返点以渐加速度靠近纵轴线，又以渐减速度从纵轴线离开摆向后折返点时，这种走步的特征类似年青人那种朝气十足，迈步有力的特征。

- 3) 步行机械腿中的缩放仪上端点固定在驱动杆上随其作往复摆动，另一点用作专门控制步行机械腿的有序伸缩，这种特别的技术解决方案就是将摆动和伸缩分开，各司其职，简化了驱动和伸缩控制的难度；由于缩放仪的杆长比为1:1的关系加上缩放比选小值，这样在缩放仪上的缩放点上的伸缩推力小，所以在提腿上升和下降过程中，功率损失小。
- 4) 由于驱动杆的驱动力臂长，并且每走一步只有一半的腿承重和迈步做功，特别在中步和小步走步时，驱动省力，甚至用人力驱动四腿车也毫不费力。
- 5) 由于步行机械腿装置的踝关节点在着地行走时的轨迹为椭圆曲线，这样每走一步会有少许起伏，类似于马在奔走时起伏的逼真感受。
- 6) 若采用小模数($m=0.2$ 左右)，节径(6-8mm左右)的精加工内齿圈的话，就可以设计和制造各种系列的微型走兽，机器兵或大号机器蚂蚁(长、高50mm左右)；若采用常规尺寸的加工技术来复制和模仿放大的，1:1的，甚至大到大象尺度的各种系列规格的大小走兽、昆虫供人们认识和爱护大自然，增添生活乐趣。

四、附图说明：

下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细的描述：

图1是“门氏杆”与步行机械腿装置的主视结构示意图。

图2是图1的俯视结构示意图。

图3是左右驱动杆摆到纵轴线位置时的全剖结构示意图。

图4是图2中轴线上e-e段的局部剖视示意图。

图5是图2中轴线上f-f段的局部剖视示意图。

图6是图4中h-h方向视图。

图7是图4中g-g处剖视图。

图8是行星齿轮与偶数内齿圈啮合装配传动中，横轴线上两凹齿根处小孔与行星齿轮定位点D齿信号触针安装示意图。

图9是图4中D向的凸轮手柄位置视图。

图10是双平行四边形摩擦板与摩擦轮示意图。

图11是图10中摩擦轮在A-A截面时的剖视示意图。

图12是图10中摩擦轮运行到B-B截面时的剖视示意图。

图 13 是图 10 中摩擦轮在 C-C 截面时的剖视示意图。

图 14 是图 1 中的 C 向视图。

图 15 是图 1 中驱动杆上 A-A 横截面处剖视图。

图 16 是图 1 中驱动杆上 B-B 横截面处剖视图。

图 17 是图 1 中驱动杆上 C-C 横截面处剖视图。

图 18 是图 19 中的 A-A 剖视方向的结构示意图。

图 19 是图 3 中后面驱动杆 (12a) 摆到纵轴线位置时和特殊缩放仪机构的仿昆虫步行或爬行的机械腿的部分主视结构示意图。

图 20 是图 19 中 B-B 剖视方向的结构示意图。

图 21 是图 19 中 C-C 剖视结构示意图。

五、具体实施方式：

以下将结合附图对实施例 1 进行详述。在驱动杆 (12) 上直线轨迹点处轴 (34) 套上滚轮 (36) 置入壳体 (10) 固连的横梁板 (30) 横槽内进行直线约束，用轴销 (75) 滚轮 (74) 置入壳体 (10) 环槽 (76) 中进行圆轨迹点约束，用立柱座 (73) 定位台压入壳体 (10) 顶部纵轴平面定位孔内紧固，衬套 (72) 压入驱动杆 (12) 的摆移支点孔内，滑套 (71) 一端套在立柱座 (73) 滑杆上，另端插入衬套 (72) 中既能在纵轴线上下滑动又能绕摆移支点转动；卡当驱动销 (22) 滚轮 (24) 置入驱动杆 (12) 背后纵槽中，迫使三个特殊点运动合成约束后，按椭圆运动规律的驱动杆 (12) 作严格的竖向、半周期一次的在前后折返点之间作往复摆动；把缩放仪 (60) 固定点 G 与驱动杆 (12) 固定孔用轴销 (40) 铰接，把缩放点 S 与双平行四边形换向机构联系形成缩放控制机构，把踝关节点 H 通过横向轴销 (51) 与脚机构 (90) 相连为地面附着适应机构，成为“单体”(一条腿) 步行机械腿装置。

动力经减速后从右侧板 (7) 某部位 (图上未示出) 进入，直接驱动同步齿带 (1) 传动前后带轮 (2), (2a) 同步旋转，带轮 (2), (2a) 孔内制有内套齿或键与输入轴 (5), (5a) 固连，连结套 (4), (4a) 的内孔也制有内齿套或键分别与输入轴 (5), (6) 和后输入轴 (5a), (6a) 结合连接，曲柄销 (19), (20) 与后面的左右曲柄销 (19a), (20a) (图上未示出) 相位角都要错开 180° ，并同轴线安装在壳体 (9), (10) 及壳体 (9a), (17a), (18a), (10a) 的轴承之间。行星齿轮 (17), (18) 及后二个行星齿轮与内齿圈套 (13), (14) 固连的内齿圈 (15), (16) 和后内齿圈套 (13a), (14a) 固连的后内齿圈 (15a), (16a) 节圆直径之比都是 1:2 的卡当圆行星齿轮机构。卡当驱动销 (21) 及滚轮 (23) 和卡当驱动销 (22) 及滚轮 (24)；后面的卡当驱动销及滚轮 (图上未示出) 分别置入驱动杆 (11), (12), (11a), (12a) 背面的纵向槽之中，驱动二组即四条驱动杆作交错

有序半周期一次的前后摆动。

驱动杆和缩放仪(60)联合组成摆动和缩放的步行机械腿，把缩放仪(60)上端固定点G与驱动杆(12)上的固定孔用轴销(40)铰接在一起，随驱动杆(12)作往复摆动；缩放仪(60)上缩放点S通过滑块(62)上的固定轴销(68)将缩放仪(60)上两片c杆和一根d杆的端孔共同套在滑块(62)上的固定轴销(68)上，并用垫圈和双螺帽(70)锁定间隙，在驱动杆(12)的下端处铣有燕尾槽，将滑块(62)放入后，缩放仪(60)上的缩放点S处的轴销(68)上所共同铰接在一起的c杆和d杆可在驱动杆(12)下端的燕尾槽中作上下的伸缩直线运动。在滑块(62)上端处覆盖一块凸耳座(50)，用螺钉(77)紧固连接，并能和滑块(62)一起在驱动杆(12)下端的燕尾槽中自由滑动。

横梁板(30)与壳体(10)通过两个埋头精密圆柱螺栓(58)紧固(图示1个)，并保证横梁板(30)上横槽的对称轴线与过几何中心点O的横轴线重合，在横梁板(30)对称的两端处孔中的固定销轴上安装着紧贴横梁板(30)平面的两个摇臂(81)，(82)，两端分别与上接触件齿板(28)和下接触件齿板(42)用轴销铰连，组成圆弧形平移的双平行四边形上下接触件的齿板换向机构。在驱动杆(12)的直移点轴销(34)套上滚轮(36)置入横梁板(30)横槽内进行直线轨迹的约束，然后再空套着与针轮(38)压合一体的小齿轮(32)。驱动杆(12)中段边缘固定凸耳(46)的孔中安装着穿过横梁板(30)和上下齿板(28)，(42)缝隙的齿条(44)，与凸耳座(26)的孔滑合，凸耳座(26)用螺钉牢固于驱动杆(12)上，齿条(44)与针轮(38)压合成一体的小齿轮(32)啮合，齿条(44)下端轴径处与滑块(62)上端的凸耳座(50)用销子固连，若针轮(38)作正反旋转，则与小齿轮(32)啮合的齿条(44)通过与凸耳座(50)固连的滑块(62)上的固定轴销(68)，将缩放仪(60)上的缩放点S沿驱动杆(12)下端的燕尾槽作上下直移的缩放运动。

驱动杆(12)以最大 2α 的摆动角从后折返点的延长线上的踝关节点H将要向前摆动的瞬间，在驱动杆(12)下端背面处固连的电磁锁销(64)，通过处于横轴线上的内齿圈(16)节圆直径上两凹齿槽中的信号控制触针(图未示)，由行星齿轮(18)信号定位点D、D'处的齿顶碾压触针来控制开闭信号，使电磁锁销(64)在弹簧(图中未示出)作用下处于脱开状态，在缩放仪(60)下端的踝关节点(H)也处在抬腿离开地面的瞬间，双平行四边形的上下接触件齿板(28)，(42)也在行星齿轮(18)齿顶碾压信号的控制下，步进传动轴(88)变化一个步进角(步进电动机及传动用机构图中未示出)，并通过带电磁的组合杆(86)的作用，将双平行四边形上下接触件齿板(28，42)由矩形变成平行四边形的闭合状态。这时，空套在

驱动杆（12）轴销（34）上的针轮（38）下方第一针齿正好与双平行四边形下接触件齿板（42）“大步档”齿槽对正啮合（上齿板（28）位置无齿），由于驱动杆（12）由后向前方向摆动，故针轮（38）上的针齿以反时针方向依次滚过下接触件齿板（42）上的第二、三齿槽，直到驱动杆（12）轴线将要通过壳体纵轴线位置时，针轮（38）下方最后啮合的针齿直径对面的针齿顶部与上接触件齿板（28）第一个齿槽面相碰，迫使驱动杆（12）轴销（34）上的针轮（38）改变方向，以顺时针方向旋转，滚到上接触件齿板（28）的最后一个齿槽，即针轮（38）反转 90° 再顺转 90° 回到初始时的第一针齿的垂直位置，这时驱动杆（12）已抵达前折返点位置，缩放仪（60）上的踝关节（H），也由H点位置开始作抬腿抬升（O₂H弧线），驱动杆（12）摆到纵轴线位置时，针轮（38）反向，步行机械腿下降（O₁H'弧线），这就完成了从后折返点到前折返点之间的H₁O₂H'弧线，即半步的抬放腿的“返回行程”。由于小齿轮（32）压合在针轮（38）中，小齿轮（32）与齿条（44）保持啮合，缩放仪（60）上的缩放点S在驱动杆（12）下端的燕尾槽中上下直移滑动的距离，等于小齿轮（32）节圆直径处的圆周总长度的四分之一，缩放仪（60）踝关节点H处的垂直提腿高度O₁O₂的距离，是小齿轮（32）节圆直径乘 π 的四分之一乘以缩放仪（60）的缩放比系数。

当缩放仪（60）上的踝关节点（H）由后折返点抵前折返点返回行程后的瞬间，步行机械腿的脚装置已经着地，行星齿轮（18）信号定位点D、D'的齿顶又碾压着位于横线上两凹齿槽中的另一个触针，使步进传动轴（88）反向同一步进角回到原始位置，并通过电磁的组合杆（86）使双平行四边形上、下接触件齿板机构呈矩形松开，脱离与针轮（38）的接触传动，与此同时固定在驱动杆（12）背面的电磁锁销（64）将插入滑块（62）的锥孔中锁定承重的步行机械腿，于是驱动杆（12）从前折返点摆动到后折返点作另半个周期的承重的“工作行程”迈步，完成“行走一步”的任务。步行机械腿从前折返点到后折返点之间的承重着地过程中，缩放仪（60）上的踝关节点H的运动轨迹H₁O₂H是一条椭圆曲线，有类似于马在奔走中人骑在马背上那种上下起伏状态，这就是驱动杆以最大 2α 摆动角从后折返点到前折返点之间的一个往复摆动的“大步档”周期；最大“折返点”是处在横轴线上的内齿圈（16）节圆直径上的两个节点，由于驱动杆是以 2α 最大的摆动角，故具有卡当驱动销（22）和滚轮（24）的运动轨迹始终保持在横轴线上的两个折返点之间作往复直线运动，驱动杆（12）背面纵槽中两壁上的驱动点在纵向槽中不动。

若设定驱动杆（12）以小于 2α 的摆动角从后折返点向前折返点作往复摆动的瞬间，同样在控制信号的作用下，首先使驱动杆（12）背面固定的电磁锁销（64）与滑块（62）处于松开状态，下接触件的齿板（42）上

第二齿槽与针轮（38）处于垂直位置的第二针齿也在控制信号作用下，双平行四边形换向机构变成平行四边形的闭合状态。随着驱动杆（12）向前开始摆动，针轮（38）也开始反时针转动，使小齿轮（32）带动齿条（44）及缩放仪（60）上铰接的滑块（62）的轴销（68）沿驱动杆（12）下端的燕尾槽也开始提腿上升，驱动杆（12）的轴线一过纵轴线，同样，针轮（38）下方最后与下接触件的齿板（42）啮合的针齿直径对面的针齿顶部与上接触件的齿板（28）第一个齿槽面相碰，使针轮（38）反向旋转，直到对称的上接触件的齿板（28）倒数第二齿槽与针轮（38）上倒数第二个针齿啮合到垂直位置时（与纵轴线平行时），即到达前折返点。同样在控制信号的作用下，驱动杆（12）下端的磁铁锁销（64）进入滑块（62）上孔中，锁住缩放仪（60）和脚装置（90）着地承重，走出“中步档”，照此类推，走出“小步档”。当行星齿轮（18）和内齿圈（16）的信号定位点 D、D' 调整到与纵轴线重合时，驱动杆（12）背面纵槽中的卡当驱动销（22）和滚轮（24）只能在过几何中心 O 的纵轴线上作上下直线运动，不能对纵槽两侧壁产生驱动力，故驱动杆（12）在纵轴线方向，动力处于切断的离合状态，驱动杆（12）处于不能摆动的锁定状态，同时电磁锁销（64）也将进入滑块（62）孔内，将驱动杆（12）和缩放仪（60）锁定为一体，这就是本发明的独具特色的“站立档”（也称步幅为零的零位档）。在小于“大步档”和大于“零位档”之间多个档位时，行星齿轮（18）和内齿圈（16）与壳体之间的相位角改变后的信号定位点 D、D' 处在横轴线和纵轴线之间的内齿圈（16）节圆圆周上，若将信号定位点 D、D' 投影到横轴线上，就得到前后折返点的位置及摆动角的大小，尽管需要驱动杆（12）的摆动角在零到 2α 之间不断变化，来形成无级或有级档位的若干大小变化，但行星齿轮（18）在走“一步”的周期中围绕内齿圈（16）旋转 2 周是固定不变的，所以走中、小步幅是很省力的。驱动杆（12）的摆动角可设计为固定不变，可简化结构，降低成本。

将开闭的双平行四边形换向机构更换为有 V 形截面的上下接触件的摩擦板（28, 42），将针轮（38）更换为环槽的摩擦轮（38），仍与小齿轮（32）压合固连，组成开闭的另一种形式的双平行四边形换向机构。下接触件摩擦板（42）只有在纵轴线的右边段才能与摩擦轮（38）保持摩擦传动（左边脱开）；上接触件摩擦板（28）也只有在纵轴线的左边段与环槽摩擦轮（38）保持摩擦传动（右边脱开）。在上下接触件的摩擦板（28, 42）与纵轴线之间制有很短的过渡段，若摩擦轮（38）正好处于纵轴线位置时（即站立档时），应保证与上下接触件的摩擦板都不接触为佳，其作用原理和运动方式与上述的上下接触件的齿板完全一样，其优点是可在驱动杆（12）最大的摆动角和最小的摆动角之间任意选择摆动角，即可以实现步幅任意大小的

无级变化，并且结构简单，更换易损件方便。

本发明内齿圈(16)齿数应是偶数齿，与内齿圈套(14)固连一体，调整步幅行程大小和用于转向，对控制信号的及时准确发送尤为重要。将内齿圈(16)节圆直径位置上的两个凹齿的齿根的正中处加工的两个小孔中设法置入信号控制开关触点的触针，稍稍凸起在齿槽之中，在行星齿轮(18)上任选一齿作为控制信号定位点D齿，每当行星齿轮(18)在内齿圈(16)作行星旋转二周时，此定位点D的齿顶将对这选定的二个凹齿槽中的触针(图上未示出)有序碾压和松开，并不随驱动杆(12)摆动角的大小而变化，从而给驱动杆(12)以任意的摆动角摆动到不同参数位置的折返点时，提供准确的控制信号。

由驱动杆(12)和缩放仪(60)及脚装置(90)组合而成的“单体”步行机械腿(一条腿)，有作驱动的摆杆部分和伸缩承重部分以及着地部分等，可电动驱动，也可单只手摇驱动，有步幅可调和站立自锁以及缩放腿机构，结构简单，操作方便，完全具备对假肢的各种特殊技术要求。

众所周知，必须把双腿或多腿组合起来，把提腿和迈步控制机构、步幅大小行程调整控制机构、转向操纵机构以及主输入机构等很好地协调匹配起来。首先是摆动的四条驱动杆前后与左右的摆动相位角都要求错开 180° ，协调和匹配四条驱动杆(12), (12a), (11), (11a)和缩放仪(60), (60a), (59), (59a)在前后折返点，即八个折返点时的步骤是，各条腿的提腿(返回行程)、迈步(工作行程)的协调，是通过与后腿左右壳体(10a, 9a)固连的加长横梁板(29a), (30a)的前端及左右侧板(7), (8)上，即中轴线的水平面位置，横向镗有同轴线的四个内孔，步进传动轴(88)横贯装入其中，并分别在步进传动轴(88)左端(图1正面投影)轴心使紧固的摇臂(83)端孔与加长的下接触件的齿板(42a)或加长的下接触件的摩擦板(42a)上的孔用轴销铰接起来，成为步进传动轴(88)对左半边的前后腿双平行四边形换向机构的传力支臂；在步进传动轴(88)右端轴心上方附近处也紧固着摇臂(83a)，其端孔中心与步进传动轴(88)中心连线与步进传动轴(88)轴心上垂直线的夹角就是步进传动轴(88)的步进传动角；将摇臂(83a)上的端孔也与加长的上接触件的齿板(27a)或加长的上接触件的摩擦板(27a)上的孔用轴销铰接起来，成为步进传动轴(88)对右半边的前后腿双平行四边形换向机构另一个传力支臂；若在步进传动轴(88)上安装固定齿轮与步进电机配合，或在步进传动轴(88)固定一根杠杆与电磁铁配合(图上未示出)，当步进传动轴(88)转过一个步进角时，在左右两端固定的摇臂(83, 83a)也同时转动相同的步进角，但方向完全相反。

对左半边前后腿之间用一根电磁的组合杆(86)，杆前端与摇臂(82)

和下接触件的齿板(42)或下接触件的摩擦板(42)三件共用一根轴销铰接,杆后端与摇臂(84)和上接触件的齿板(28a)或上接触件的摩擦板(28a)也是三件共用一根轴铰接。同样在右半边的前后之间也是用一根等长的斜装电磁的组合杆(87),杆前端与摇臂(82a)和上接触件的齿板(27)或上接触件的摩擦板(27)三件共用一根轴销铰接,杆后端与摇臂(84a)和下接触件的齿板(41a)或下接触件的摩擦板(41a)也是三件共用一根轴销铰接,组成四组联动且前后与左右运动方向相反的双平行四边形齿板(或摩擦板)提腿、迈步开闭换向机构。步行时,无论大步档、中步档、小步档或无级变化的步幅行程调整中,两根电磁的组合杆(86),(87)长度相等,且固定不变。只有需要变“站立档”时,电磁铁的铁芯在弹簧的作用下才处于松开状态,这样,四组联动的双平行四边形齿板(或摩擦板)提腿、迈步控制机构全部都呈矩形的张开状态,与齿板或摩擦板啮合的针轮或环槽摩擦轮都在无任何阻碍情况下,才能统一转动四个内齿圈套,将行星齿轮与内齿圈的信号定位点D,D'一下子都转移到各自的纵轴线上的“站立档”位置来,这时四根驱动杆都处于垂直站立自锁的状态。在两根电磁组合杆(86),(87)的中间位置处设有支承转动套筒(89),(91),空套在固定于左右侧板(8),(7)中轴线上横向孔中的套筒(92)的两端之上,主要是支撑和承受电磁组合杆(86),(87)的重量,并在其中有滑动和转动。

在左右侧板(8),(7)的前端和后端部位用二组横隔板(93),(94);(95),(96)和定位销(111),(113);(115),(117)以及螺钉(112),(114);(116),(118)与左右侧板(8),(7)连接固定,在左右侧板(8),(7)的前后部位制有大圆孔,分别与四个壳体内端面台压合后,并用螺钉均布固定,组合为大梁框架。在这两组横隔板底部镗出与中轴线平行的二组同轴线内孔,将圆柱(47),(48);(47a),(48a)分别安装在这二组水平内孔中固定,组成同轴线的前后圆柱导轨,并在前导轨上安装前座架(66),在后导轨上安装后座架(78),都能在各自的导轨上滑动。在前座架(66)和后座架(78)上各有一对直立座板(101),(102);(101a),(102a),在每对直立座板轴承孔中安装一根横轴(80),(80a),中间与蜗轮(79),(79a)用键连接,两旁有调整套(105),(106);(105a),(106a),使蜗轮(79),(79a)和蜗杆(97),(97a)能保证在中轴线上面同轴啮合传动,在横轴(80),(80a)两端左右侧板(8),(7)外用键固定着小齿轮(107),(108);(107a),(108a),在两对直立座板(101),(102);(101a),(102a)轴承孔端面与小齿轮(107),(108),(107a),(108a)之间的空隙要大于左右侧板(8),(7)的厚度,使横轴(80),(80a)在左右侧板上的四个小槽中(图未示)能无阻碍的移动。

在前座架(66)的中轴线处，三角状支架(119)的水平座孔中紧固有带台短轴(120)上空套着伞齿轮(3)、齿轮(101)、转向手柄(100)及连结销(103)，齿轮(101)与安装在前座架(66)支座(104)轴承孔中的长轴齿轮(102)啮合；后座架(78)中轴线处有同轴孔的立柱座(109)，(110)，长轴齿轮(102a)从立柱座(109)下面轴承孔中穿过，用连接套(98a)与长轴的齿轮(102)同轴连结在一起，将伞齿轮(3a)、套(122)和齿轮(101a)固连一起后，和转合的轴(121)一同装入到立柱座(109)，(110)的座孔中固定，这样，前座架(66)上的转向手柄(100)作正反旋转，后座架(78)上的伞齿轮(3a)也同向旋转。

在前后座架(66)，(78)前端上有前后蜗杆支柱座(99)，(99a)，其轴承孔中分别装配着蜗杆(97)，(97a)，蜗杆(97)要从伞齿轮(3)和转向手柄(100)的环形槽中穿过，与蜗杆(97a)用连接套(98)同轴固连一起，在同轴相连的蜗杆(97)，(97a)上的某一处，通过固连齿轮与带减速的电机独立匹配步幅行程控制的驱动输入机构(图未示)。

在前导轨柱(47)，(48)滑动的前座架(66)和在后导轨柱(47a)，(48a)滑动的后座架(78)上，通过连接套(98)，(98a)将前后座架(66)，(78)组合固连在一起，沿前后导轨作少许直线移动。

在四个壳体(9)，(10)，(9a)，(10a)孔中，在四个内齿圈套(13)，(14)，(13a)，(14a)的外圆部分端面处，分别加工出正齿轮齿和伞齿轮齿，依次与前后座架(66)，(78)上的，由前后蜗杆(97)，(97a)和蜗轮(79)，(79a)共同驱动前后横轴(80)，(80a)两端的齿轮(107)，(108)，(107a)，(108a)，分别和内齿圈套(13)，(14)，(13a)，(14a)外圆端面处的正齿轮啮合，一起控制四个内齿圈套严格保持一致相位角，对步行机械腿的零位站立到最大步幅摆动角之间进行统一步幅行程调整，即四腿要同时保持一致的最大步幅或零步幅或两者之间小步档、中步档，必须做到随时结合，随时脱开再重新啮合，保持四个内齿圈套相位角一致而不错齿。

在横隔板(94)上的镗有与前座架上三角状支架(119)座孔一样的同轴内孔并压入衬套(123)，使带台短轴(120)可随前座架(66)的移动并自由地在衬套(123)内滑动，在横隔板(94)座孔下方固定着偏心凸轮支座(127)并用轴销(126)将偏心轮(125)装配在偏心凸轮支座(127)上，在偏心轮右端面上铆接着手柄，偏心轮的外园柱面上紧贴在带台短轴(120)的端面上；在横隔板(93)的中轴线中心处制有带螺纹的内孔中拧上螺塞(128)，在螺塞凸台上套上压缩弹簧(130)直接作用在前座架(66)上的蜗杆支柱座(99)中轴线的背面上，使相连在一起的前、后座架(66)，(78)上与蜗轮固连的横轴(80)，(80a)两端的四个齿轮(107)，(108)，(107a)，(108a)与壳体(9)，(10)；(9a)，(10a)中转动配合的内

齿圈套(13), (14); (13a), (14a)上的正齿轮轮齿全部进入啮合传动的状态，并通过独立的带减速的传动系统的正反转动来随时控制和变化步幅的最大档位，零档位以及中、小或无级选择步幅行程调整。在进行上述步幅行程调节时，凸轮手柄必须扳到到水平位置，即让出大于一个齿轮全齿高的距离，以在压缩弹簧(130)的作用下能顺利、准确进入啮合为目的。

当凸轮手柄(124)由水平位置扳到垂直位置时，固定在横隔板上(94)的凸轮(125)外园柱面压迫固定在三角状支架孔中的带台短轴(120)，使前、后座架(66)(78)沿前、后导轨向前移动的同时，齿轮(107), (108); (107a), (108a)与内齿圈套(13), (14); (13a), (14a)上的正齿轮轮齿脱离啮合，使前、后座架(66), (78)上的伞齿轮(3), (3a)与内齿圈套(13), (14); (13a), (14a)上外圆端面处特制的伞齿轮齿进入啮合。转动前座架上空套在带台短轴(120)上，由伞齿轮(3), 齿轮(101)和固连一起的转向手柄(100)，通过连接套(98a)，相连接的长轴齿轮(102)和(102a)使后座架上(78)上，空套在短轴(121)上固连一起的伞齿轮(3a)、衬套(122)和齿轮(101a)也随同一起旋转，使左半边的内齿圈套(14), (14a)和右半边的内齿圈套(13), (13a)的转动方向相反，从而造成两边的驱动杆(12), (12a)和(11)(11a)的差动，即造成左半边的腿迈小步(或大步)，右半边的腿迈大步(或)小步的差动状态，实现四腿步行车的转向行走。当转向完毕保持直线步行时转向手柄(100)在弹簧的作用下(图未示)要求自动回中(即转向手柄处于垂直状态)。也只有转向手柄(100)回到正中的垂直位置后使四个内齿圈套(13), (14); (13a), (14a)才能恢复相位角一致的状态，这时只要将凸轮手柄(124)扳到水平位置后，才能进行任意行程的步幅调整。

在步行机械腿踝关节点H处用横向轴销(51)将脚机构(90)与四个缩放仪(59), (60); (59a), (60a)铰连一起，脚机构(90)由十字件(52)，卵圆件(54)和压入的弹性塑胶件(55)以及纵向轴销(53)组成。卵形件上的纵向凸耳孔有意靠后，使横向轴销(51)上的支承重量更集中在脚机构(90)的脚后跟附近，由于在脚机构中采用十字件(52)，横向轴销(51)和纵向轴销(53)能适应各种齿凹凸不平地面状况，可称这种脚机构(90)为地面附着适应机构。这种脚机构(90)由于重心靠前，故在抬举腿和着地前都是脚板前端首先着地，若用弹簧稍加作用缓冲着地将会更好。(图未示)

在本实施例的缩放仪(60)中a杆与b杆的杆长比一般采用1，也可根据应用上的变化采用小于1的适当比值；缩放比值更要根据多种实际参数综合，选用较小的值来减小步行机械腿的驱动力为准则。为了加强现有技术中的缩放仪在纵向的刚度和强度，在本发明中增添e杆和f杆，成为

本发明中的缩放仪(60)。将放缩放仪(60)固定点G与驱动杆(12)上的固定点孔用轴销(40)铰接；将缩放点S空套在驱动杆(12)下端燕尾槽中滑块(62)的轴销(68)上，沿驱动杆轴线作直线伸缩运动；将踝关节点H通过横向轴销(51)与脚机构(90)联接；X是缩放仪(60)的膝关节点，Z是缩放中心点，这就是步行机械腿中最基本的结构。图1、2、3是四个步行腿组合的步行机械腿的典型结构示意图，其外观的显著特征是，四个膝关节点X都是朝前组合。自然界中，尤其在众多的哺乳动物之中，膝关节点的弯曲的朝前朝后是有所区别的。故在本实施例中的二个步行腿的组合有膝关节点X朝前的类似人类步行机械腿的组合，也可二个步行腿组合的膝关节点X朝后的类似鸟类步行机械腿在四个步行腿的组合中同样可以将膝关节点X全部朝前(如图1)，或全部朝后；可将其中的前面的左右步行腿的膝关节点X朝前，将后面左右步行腿的膝关节点X朝后安装四条步行腿不同组合来适应对机器人、机器狗、机器猫、机器马...等仿制机器动物园中各种动物的步行姿态需要。

在本实施例中的左、右步行机械腿的对称轴线的左右侧板(8)、(7)的中间下方位置处安装垂直陀螺仪(65)，可以防止步行机械腿装置行走在崎岖不平的容易跌倒的路况行走时，起重心失衡恢复的作用，尤其是在二腿机器人的或二腿机器鸟步行的机械腿装置中，这种永远朝重心方向旋转的陀螺仪是更加不可缺少的附件。

实施例2，图18、19、20、21是本发明的驱动杆和步行机械腿装置中，仿昆虫或爬行步态行走机械腿实施例，它除了在行走的缩放提腿机构上存在少许区别外，其他主要部份可照搬实施例1的结构设计，如果本实施例的每条腿都按固定的 2α 摆角行走，那么就可以省掉大、中、小有级步幅档或无级变步幅档，就可以省掉机构中有关的前、后架上的蜗轮(79)、(79a)，蜗杆(97)、(97a)及四个小齿轮(107)、(108)；(107a)、(108a)等等的一大批零部件，这样转向机构中的伞齿轮(3)、(3a)就可以和内齿圈套(13)、(14)；(13a)、(14a)上的伞齿轮轮点保持常啮合了，也无需凸轮手柄(124)的相应机构了，这对简化结构降低成本有好处。

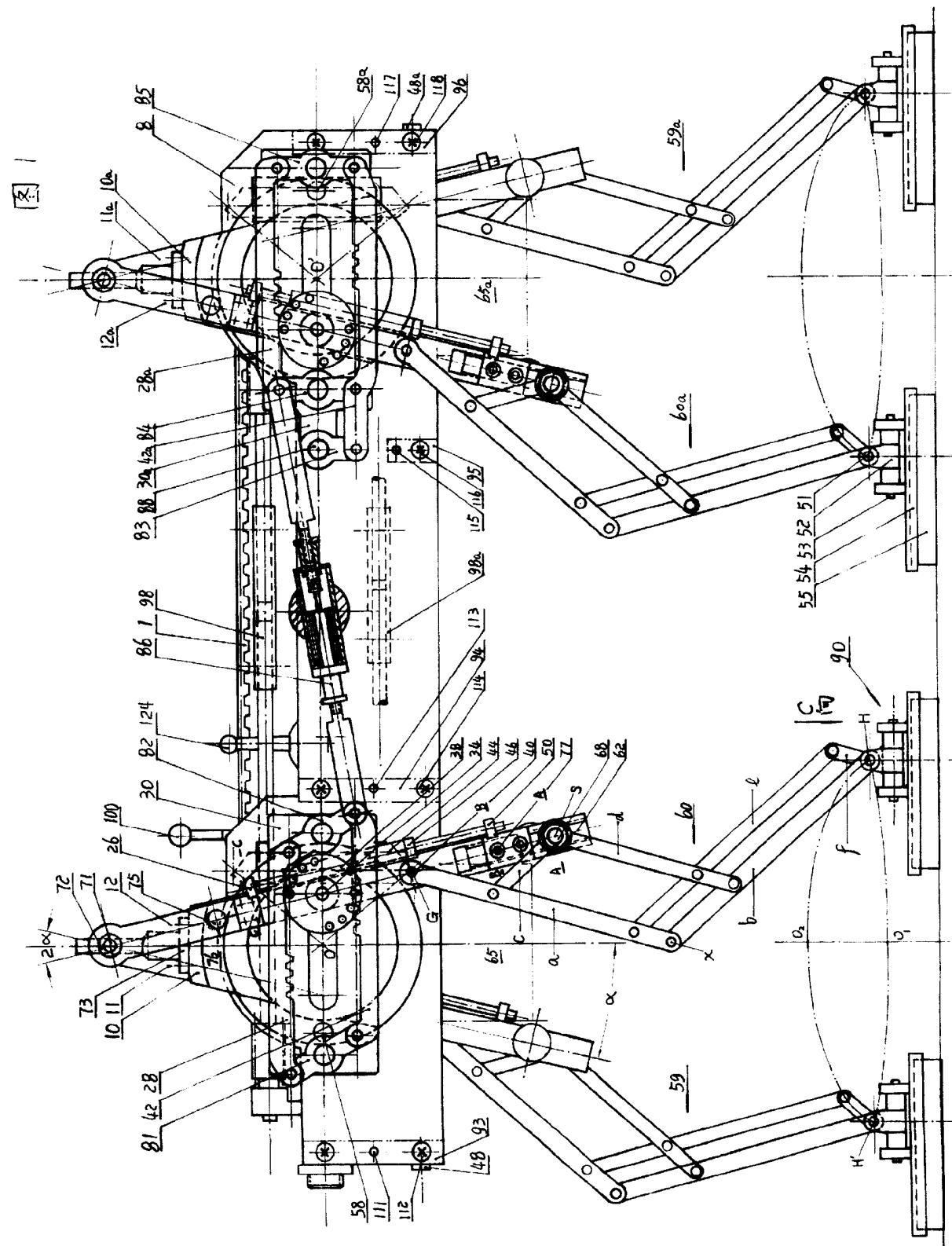
在自然界中，昆虫多是用六条腿以上行走，本实施例可按前、中、后三组的左右步行腿进行组合，图18是中组加长横梁板(30a)，用两个精密细栓(58a)在对称壳体(10a)端面上的横轴线上固连，步进传动轴(88)也同样通过电磁组合杆(86)、(86a)；(87)、(87a)使前、中、后组的左右的六条腿可有序地提腿和迈步行走。

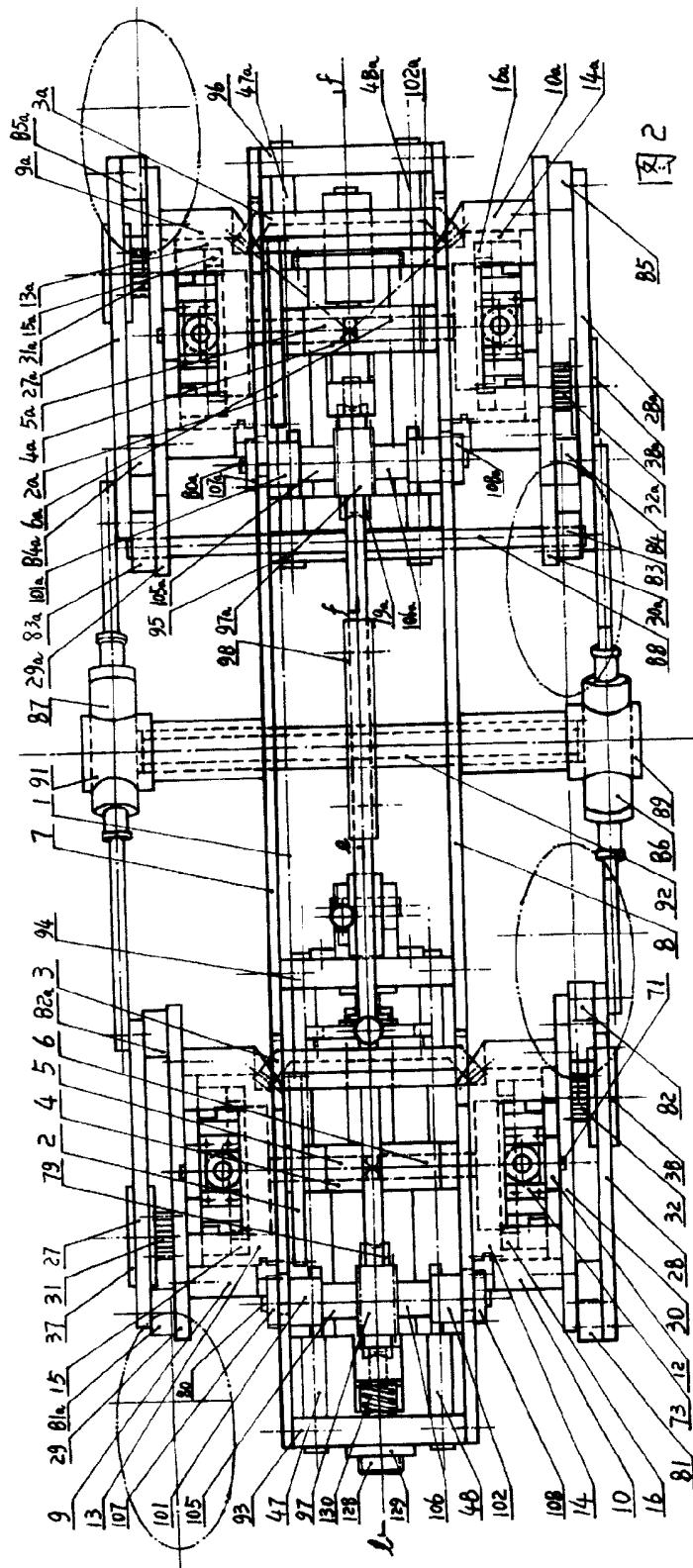
六条驱动杆同样可以通过一个主电机和减速后用同步齿形带按实施例1同样有序按 2α 的摆动角作前后摆动，但不同的是将驱动杆(12a)与缩放仪中的a杆两者组合，或干脆作成一个固定的总体件(12a)，(图19)

背面纵向驱动纵槽、直线轨迹点约束、圆轨迹点约束和摆移支点等结构都是原设计，具体是，环槽摩擦轮（38a）和伞齿轮（131）压合在一起，并空套在与驱动杆（12a）组合的轴销（34a）上，伞齿轮（131）与从动伞齿轮（132）啮合，轴承套（134）压合在驱动杆（12a）上缩放仪a杆处的缩放中心点Z处的圆孔中并用螺钉固定，分别在两侧装上两片缩放仪C杆（135）、（136），然后再装上带柄轴（133），用销子将伞齿轮（132）固连一起，用带台轴销（138）和衬套（137）把两片c杆（135）、（136）与带柄轴（133）右端柄部互相结合连结，d杆与驱动杆（12a）作成一体的缩放仪a杆等厚度，将a杆和d杆右端耳孔一起插入到b杆相应槽孔中，用销铰连，最后将d杆左端与两片c杆（135）、（136）用销轴（139）铰连而成。

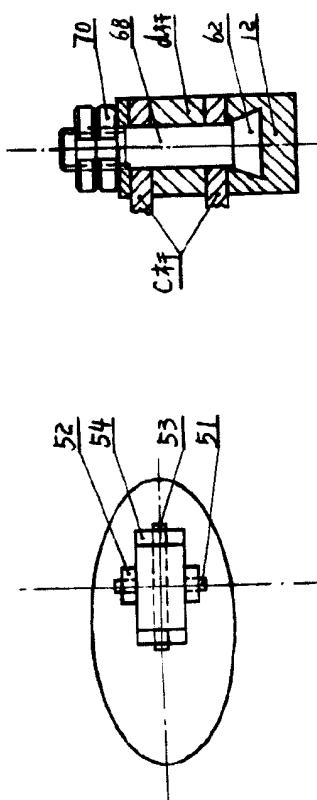
若驱动杆（12a）与缩放仪（60）共同组合而成的爬行机械腿（图19）上的b杆上的着地脚机构（图未示）走完迈步工作行程后抵达了后折返点位置的瞬时，步进传动轴（88）在闭合控制信号作用下将双平行四边形换向机构由矩形转换成平行四边形，这时下接触件的摩擦板（42a）的与空套在驱动杆（12a）轴线的轴销（34a）上的环槽的摩擦轮（38a）和压合的伞齿轮（131）作反时针方向旋转，与伞齿轮（131）啮合的从动伞齿轮（132）带动带柄轴（133），通过带台轴销（138）使两片c杆端的缩放点S以Z为中心旋转从而推动b杆离地向上抬腿，（图19 双点划线示意）。当驱动杆（12a）由后折返点向前摆动到壳体（10a）纵轴线位置时，b杆着地点离地最高，这时环槽的摩擦轮（38a）与上接触件的摩擦板（28a）接触使环槽摩擦轮（38a）反向作顺时针旋转，直至驱动杆（12a）摆动到前折返点时，b杆着地点由离地最高到完全落地为止，就完成半步周期的抬腿“返回行程”。这就是仿昆虫和爬行动物的步行行走的驱动杆与特殊缩放仪机构相结合的另一种步行机械腿装置，如果在踝关节点H处装上吸盘后就可以爬壁。

* “门内马斯摆杆”简称“门氏杆” 参看申请号：01132773.1

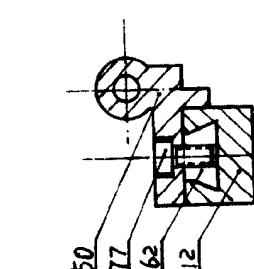




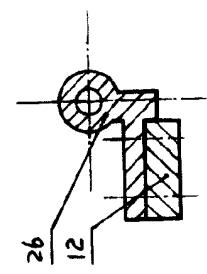
卷之五



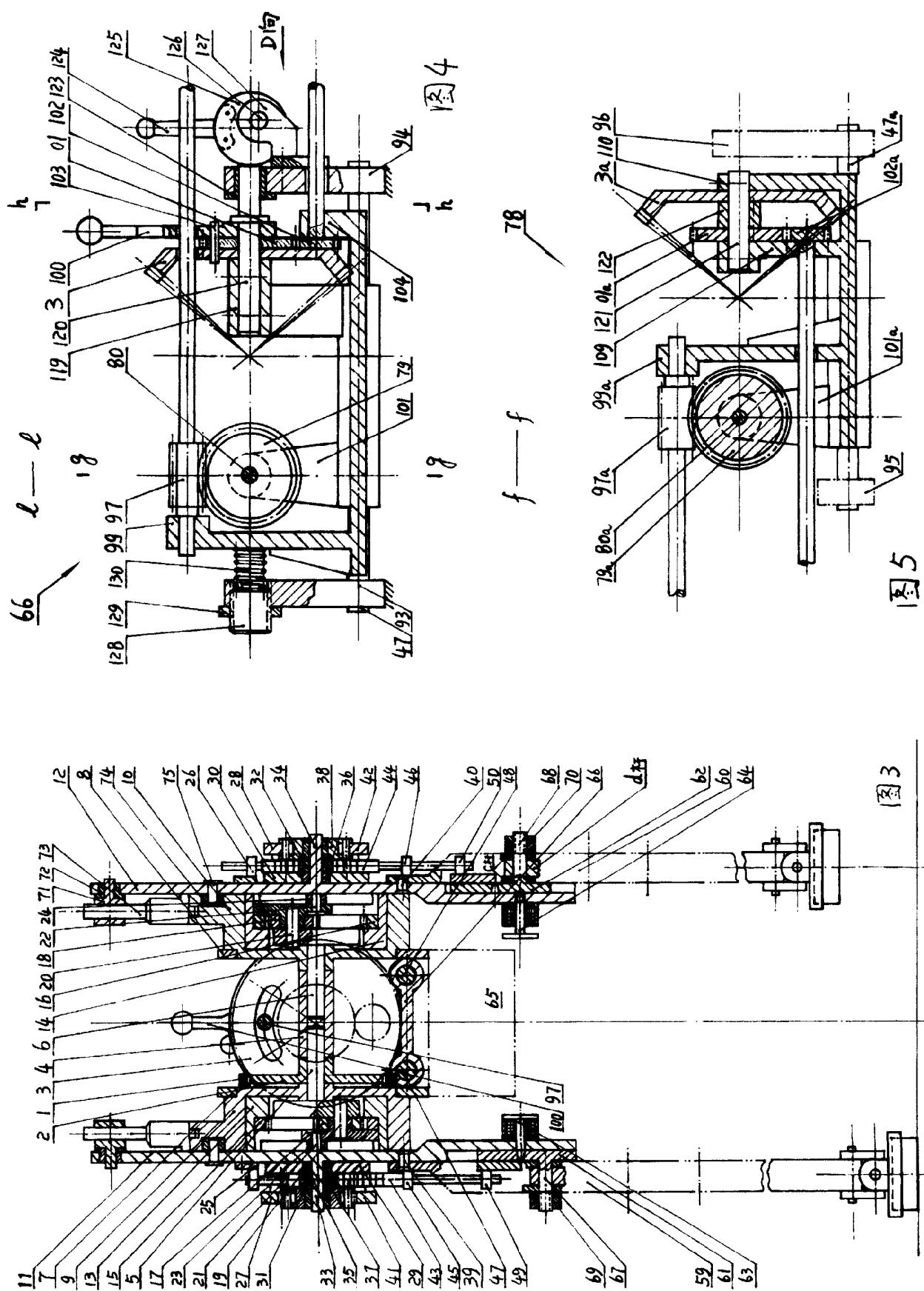
16



17



۱۰



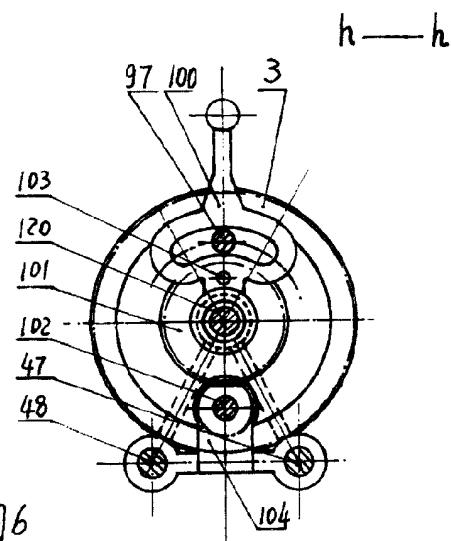


图6

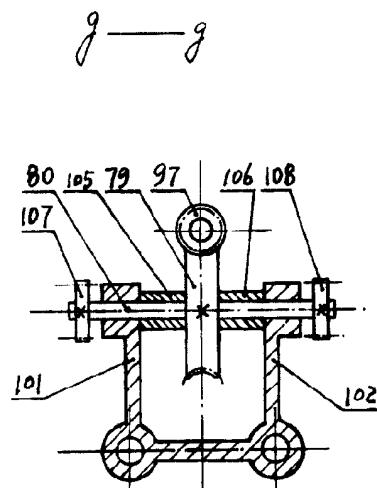


图7

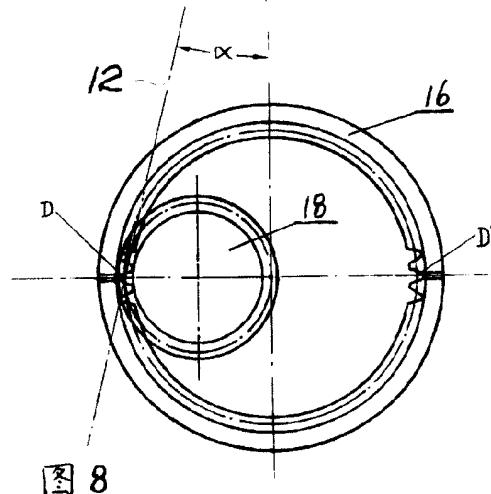


图8

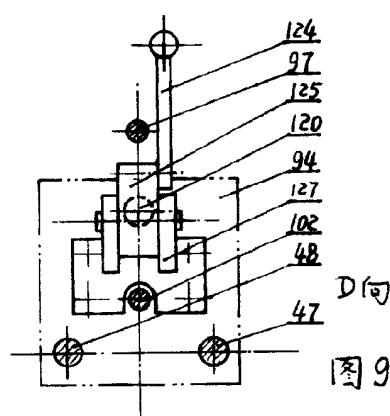


图9

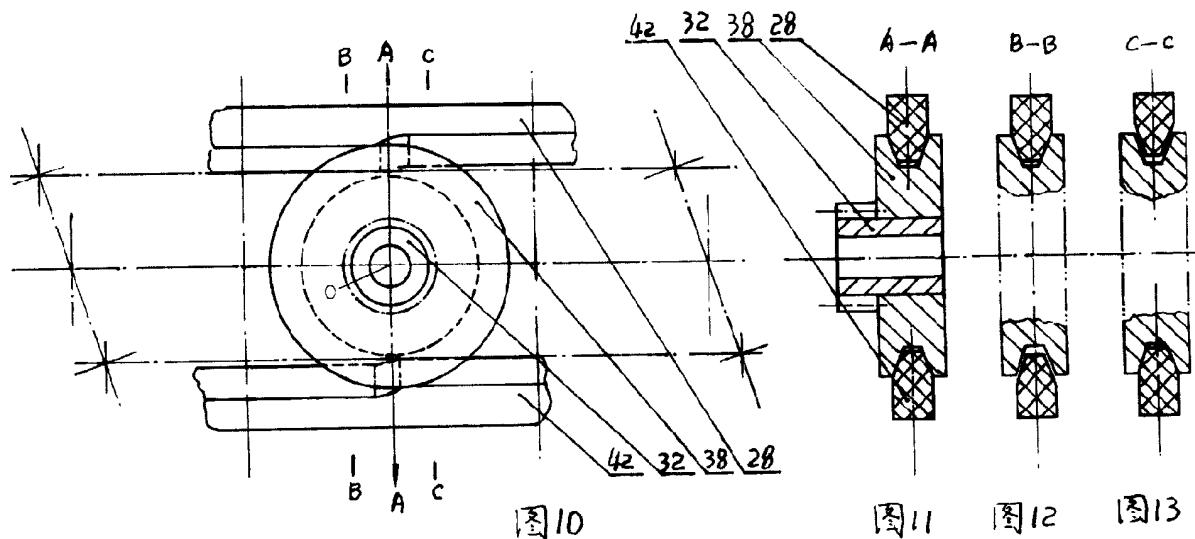


图10

图11

图12

图13

