



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104097213 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201410377134. 5

CN 102727360 A, 2012. 10. 17,

(22) 申请日 2014. 08. 01

US 2011/0251533 A1, 2011. 10. 13,

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

审查员 张姤

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 朱延河 陈燕燕 赵杰

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 王大为

(51) Int. Cl.

B25J 17/00(2006. 01)

B25J 17/02(2006. 01)

B25J 9/08(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102119902 A, 2011. 07. 13,

CN 101357097 A, 2009. 02. 04,

CN 1593861 A, 2005. 03. 16,

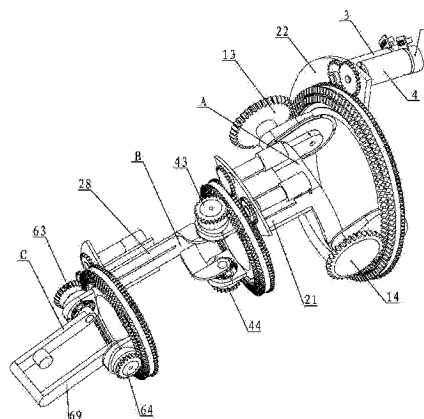
权利要求书5页 说明书11页 附图17页

(54) 发明名称

基于并联驱动关节的上肢外骨骼

(57) 摘要

基于并联驱动关节的上肢外骨骼,它涉及一种助力机器人,以解决现有上肢外骨骼机器人运动精度差,体积大,运动范围小的问题。本发明包括肩关节、肘关节和腕关节,肩关节、肘关节和腕关节依次设置,肘关节上的肘连接板与肩关节上的肩固定架上下设置,腕关节上的腕连接板与肘关节上的肘固定架上下设置,肘连接板上的第二连接长槽与肩固定架上的第一连接长槽滑动连接,肘连接板上的第四连接长槽与肘固定架上的第三连接长槽滑动连接。本发明用于助老助残,医疗康复等。



1. 一种基于并联驱动关节的上肢外骨骼,其特征在于:所述基于并联驱动关节的上肢外骨骼包括肩关节(A)、肘关节(B)和腕关节(C),

肩关节(A)包括肩内圈驱动电机(1)、肩外圈驱动电机(2)、肩内圈减速器(3)、肩外圈减速器(4)、肩内圈传动齿轮(5)、肩外圈传动齿轮(6)、肩支撑架(7)、肩内圈直齿轮(8)、肩内圈锥齿轮(9)、肩外圈直齿轮(10)、肩外圈锥齿轮(11)、肩驱动支撑架(12)、肩左锥齿轮(13)、肩右锥齿轮(14)、肩左传动小齿轮(15)、左传动大齿轮(16)、右传动大齿轮(17)、肩右传动小齿轮(18)、左齿轮箱盖(19)、右齿轮箱盖(20)、肩固定架(21)和肩支板(22),

肩支撑架(7)为圆环形,肩支板(22)设置在肩支撑架(7)的端面处,肩支板(22)与肘支撑架(37)的轴线垂直设置,肩内圈减速器(3)与肩外圈减速器(4)平行设置,且肩内圈减速器(3)和肩外圈减速器(4)的输出轴均穿过肩支板(22),肩内圈驱动电机(1)与肩内圈减速器(3)连接,肩外圈驱动电机(2)与肩外圈减速器(4)连接,肩内圈传动齿轮(5)通过键固定在肩内圈减速器(3)的输出轴上,肩外圈传动齿轮(6)通过键固定在肩外圈减速器(4)的输出轴上,肩内圈直齿轮(8)与肩内圈传动齿轮(5)啮合,肩内圈锥齿轮(9)与肩内圈直齿轮(8)并排且同轴设置,肩内圈锥齿轮(9)与肩内圈直齿轮(8)通过螺钉连接组成肩内圈圆环,肩内圈圆环通过滚针轴承套装在肩支撑架(7)的外径上,肩外圈直齿轮(10)与肩外圈传动齿轮(6)啮合,肩外圈锥齿轮(11)与肩外圈直齿轮(10)并排且同轴设置,肩外圈锥齿轮(11)与肩外圈直齿轮(10)通过螺钉连接组成肩外圈圆环,肩外圈圆环通过滚针轴承套装在肩内圈圆环的外径上,

肩驱动支撑架(12)包括肩支撑环(12-1)、肩左齿轮箱(12-2)和肩右齿轮箱(12-3),肩左齿轮箱(12-2)和肩右齿轮箱(12-3)的结构相同,肩左齿轮箱(12-2)和肩右齿轮箱(12-3)以肩支撑环(12-1)的轴线为基准对称设置在肩支撑环(12-1)的内壁上,肩左齿轮箱(12-2)沿厚度方向上设有肩左锥齿轮轴孔(12-4),肩左齿轮箱(12-2)的内侧端面设有左传动大齿轮轴槽(12-5),肩左锥齿轮轴孔(12-4)的轴线与左传动大齿轮轴槽(12-5)的轴线平行且在同一水平面上设置,肩左锥齿轮轴孔(12-4)的轴线与肩支撑环(12-1)的轴线垂直设置,肩右齿轮箱(12-3)沿厚度方向上设有与肩左锥齿轮轴孔(12-4)正对的肩右锥齿轮轴孔(12-6),肩右齿轮箱(12-3)的内侧端面设有与左传动大齿轮轴槽(12-5)正对的右传动大齿轮轴槽(12-7),肩支撑环(12-1)通过滚针轴承设置在肩支撑架(7)的内径中,

肩左锥齿轮(13)与肩外圈锥齿轮(11)啮合,肩左锥齿轮(13)设置在肩左齿轮箱(12-2)的外侧,且肩左锥齿轮(13)上的齿轮轴穿过肩左锥齿轮轴孔(12-4),肩左锥齿轮(13)的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肩左锥齿轮轴孔(12-4)中,肩左传动小齿轮(15)设置在肩左齿轮箱(12-2)内,且肩左传动小齿轮(15)通过键固定在肩左锥齿轮(13)的齿轮轴上,左传动大齿轮(16)与肩左传动小齿轮(15)啮合,且左传动大齿轮(16)的齿轮轴一端通过滚珠轴承固定在左传动大齿轮轴槽(12-5)中,左传动大齿轮(16)的齿轮轴另一端通过滚珠轴承设置在左齿轮箱盖(19)中,左齿轮箱盖(19)通过螺钉安装在肩左齿轮箱(12-2)上,

肩右锥齿轮(14)与肩内圈锥齿轮(9)啮合,肩右锥齿轮(14)设置在肩右齿轮箱(12-3)的外侧,且肩右锥齿轮(14)上的齿轮轴穿过肩右锥齿轮轴孔(12-6),肩右锥齿轮(14)的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肩右锥齿轮轴孔(12-6)中,肩右传动小齿轮(18)设

置在肩右齿轮箱 (12-3) 内,且肩右传动小齿轮 (18) 通过键固定在肩右锥齿轮 (14) 的齿轮轴上,右传动大齿轮 (17) 与肩右传动小齿轮 (18) 啮合,且右传动大齿轮 (17) 的齿轮轴一端通过滚珠轴承固定在右传动大齿轮轴槽 (12-7) 中,右传动大齿轮 (17) 的齿轮轴另一端通过滚珠轴承设置在右齿轮箱盖 (20) 中,右齿轮箱盖 (20) 通过螺钉安装在肩右齿轮箱 (12-3) 上,

肩固定架 (21) 设置在肩左齿轮箱 (12-2) 与肩右齿轮箱 (12-3) 之间,肩固定架 (21) 的两端分别与对应的左传动大齿轮 (16) 和右传动大齿轮 (17) 的齿轮轴固定连接,肩固定架 (21) 上设有与肩支撑环 (12-1) 的轴线相平行的第一连接长槽 (21-1),

肘关节 (B) 包括肘固定架 (28)、肘连接板 (29)、肘支板 (30)、肘内圈驱动电机 (31)、肘外圈驱动电机 (32)、肘内圈减速器 (33)、肘外圈减速器 (34)、肘内圈传动齿轮 (35)、肘外圈传动齿轮 (36)、肘支撑架 (37)、肘内圈直齿轮 (38)、肘内圈锥齿轮 (39)、肘外圈直齿轮 (40)、肘外圈锥齿轮 (41)、肘驱动支撑架 (42)、肘左锥齿轮 (43)、肘右锥齿轮 (44)、肘左传动小齿轮 (45)、肘右传动小齿轮 (48)、三个肘左行星齿轮 (46) 和三个肘右行星齿轮 (47),

肘支撑架 (37) 为圆环形,肘支板 (30) 设置在肘支撑架 (37) 的端面处,肘支板 (30) 与肘支撑架 (37) 的轴线垂直设置,肘连接板 (29) 设置在肘支板 (30) 的外侧,肘连接板 (29) 与肘支撑架 (37) 的轴线平行设置,肘连接板 (29) 上设有与肘支撑架 (37) 轴线平行的第二连接长槽 (29-1),肘内圈减速器 (33) 与肘外圈减速器 (34) 平行设置,且肘内圈减速器 (33) 和肘外圈减速器 (34) 的输出轴均穿过肘支板 (30),肘内圈驱动电机 (31) 与肘内圈减速器 (33) 连接,肘外圈驱动电机 (32) 与肘外圈减速器 (34) 连接,肘内圈传动齿轮 (35) 通过键固定在肘内圈减速器 (33) 的输出轴上,肘外圈传动齿轮 (36) 通过键固定在肘外圈减速器 (34) 的输出轴上,肘内圈直齿轮 (38) 与肘内圈传动齿轮 (35) 啮合,肘内圈锥齿轮 (39) 与肘内圈直齿轮 (38) 并排且同轴设置,肘内圈锥齿轮 (39) 与肘内圈直齿轮 (38) 通过螺钉连接组成肘内圈圆环,肘内圈圆环通过滚针轴承套装在肘支撑架 (37) 的外径上,肘外圈直齿轮 (40) 与肘外圈传动齿轮 (36) 啮合,肘外圈锥齿轮 (41) 与肘外圈直齿轮 (40) 并排且同轴设置,肘外圈锥齿轮 (41) 与肘外圈直齿轮 (40) 通过螺钉连接组成肘外圈圆环,肘外圈圆环通过滚针轴承套装在肘内圈圆环的外径上,

肘驱动支撑架 (42) 包括肘支撑环 (42-1)、肘左齿轮箱 (42-2) 和肘右齿轮箱 (42-3),肘左齿轮箱 (42-2) 和肘右齿轮箱 (42-3) 的结构相同,肘左齿轮箱 (42-2) 和肘右齿轮箱 (42-3) 以肘支撑环 (42-1) 的轴线为基准对称设置在肘支撑环 (42-1) 的一侧端面上,肘左齿轮箱 (42-2) 沿厚度方向上设有肘左锥齿轮轴孔 (42-4),肘左齿轮箱 (42-2) 的内侧端面设有与肘左锥齿轮轴孔 (42-4) 同轴的肘左行星齿轮槽 (42-5),肘左行星齿轮槽 (42-5) 沿圆周内壁设有肘左内齿轮 (42-6),肘右齿轮箱 (42-3) 沿厚度方向设有与肘左锥齿轮轴孔 (42-4) 正对的肘右锥齿轮轴孔 (42-7),肘右齿轮箱 (42-3) 的内侧端面设有与肘左行星齿轮槽 (42-5) 正对的肘右行星齿轮槽 (42-8),肘右行星齿轮槽 (42-8) 沿圆周内壁设有肘右内齿轮 (42-9),肘左锥齿轮轴孔 (42-4) 和肘右锥齿轮轴孔 (42-7) 的轴线与肩左锥齿轮轴孔 (12-4) 和肩右锥齿轮轴孔 (12-6) 的轴线相垂直,肘支撑环 (42-1) 通过滚针轴承设置在肘支撑架 (37) 的内径中,

肘左锥齿轮 (43) 与肘外圈锥齿轮 (41) 啮合,肘左锥齿轮 (43) 设置在肘左齿轮箱 (42-2) 的外侧,且肘左锥齿轮 (43) 上的齿轮轴穿过肘左锥齿轮轴孔 (42-4),肘左锥齿轮

(43) 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肘左锥齿轮轴孔 (42-4) 中, 肘左传动小齿轮 (45) 通过键固定在肘左锥齿轮 (43) 的齿轮轴上, 三个肘左行星齿轮 (46) 设置在肘左传动小齿轮 (45) 与肘左内齿轮 (42-6) 之间, 每个肘左行星齿轮 (46) 均与肘左传动小齿轮 (45) 和肘左内齿轮 (42-6) 啮合,

肘右锥齿轮 (44) 与肘内圈锥齿轮 (39) 啮合, 肘右锥齿轮 (44) 设置在肘右齿轮箱 (42-3) 的外侧, 且肘右锥齿轮 (44) 上的齿轮轴穿过肘右锥齿轮轴孔 (42-7), 肘右锥齿轮 (44) 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肘右锥齿轮轴孔 (42-7) 中, 肘右传动小齿轮 (48) 通过键固定在肘右锥齿轮 (44) 的齿轮轴上, 三个肘右行星齿轮 (47) 设置在肘右传动小齿轮 (48) 与肘右内齿轮 (42-9) 之间, 每个肘右行星齿轮 (47) 均与肘右传动小齿轮 (48) 和肘右内齿轮 (42-9) 啮合,

肘固定架 (28) 设置在肘左齿轮箱 (42-2) 与肘右齿轮箱 (42-3) 之间, 肘固定架 (28) 的两端分别与对应的肘左传动小齿轮 (45) 和肘右传动小齿轮 (48) 的齿轮轴固定连接, 肘固定架 (28) 上设有与肘支撑环 (42-1) 的轴线相平行的第三连接长槽 (28-1),

腕关节 (C) 包括腕连接板 (49)、腕支板 (50)、腕内圈驱动电机 (51)、腕外圈驱动电机 (52)、腕内圈减速器 (53)、腕外圈减速器 (54)、腕内圈传动齿轮 (55)、腕外圈传动齿轮 (56)、腕支撑架 (57)、腕内圈直齿轮 (58)、腕内圈锥齿轮 (59)、腕外圈直齿轮 (60)、腕外圈锥齿轮 (61)、腕驱动支撑架 (62)、腕左锥齿轮 (63)、腕右锥齿轮 (64)、腕左传动小齿轮 (65)、腕右传动小齿轮 (68)、腕关节握把 (69)、三个腕左行星齿轮 (66) 和三个腕右行星齿轮 (67),

腕支撑架 (57) 为圆环形, 腕支板 (50) 设置在腕支撑架 (57) 的端面处, 腕支板 (50) 与腕支撑架 (57) 的轴线垂直设置, 腕连接板 (49) 设置在腕支板 (50) 的外侧, 腕连接板 (49) 与腕支撑架 (57) 的轴线平行设置, 腕连接板 (49) 上设有与腕支撑架 (57) 轴线平行的第四连接长槽 (49-1), 腕内圈减速器 (53) 与腕外圈减速器 (54) 平行设置, 且腕内圈减速器 (53) 和腕外圈减速器 (54) 的输出轴均穿过腕支板 (50), 腕内圈驱动电机 (51) 与腕内圈减速器 (53) 连接, 腕外圈驱动电机 (52) 与腕外圈减速器 (54) 连接, 腕内圈传动齿轮 (55) 通过键固定在腕内圈减速器 (53) 的输出轴上, 腕外圈传动齿轮 (56) 通过键固定在腕外圈减速器 (54) 的输出轴上, 腕内圈直齿轮 (58) 与腕内圈传动齿轮 (55) 啮合, 腕内圈锥齿轮 (59) 与腕内圈直齿轮 (58) 并排且同轴设置, 腕内圈锥齿轮 (59) 与腕内圈直齿轮 (58) 通过螺钉连接组成腕内圈圆环, 腕内圈圆环通过滚针轴承套装在腕支撑架 (57) 的外径上, 腕外圈直齿轮 (60) 与腕外圈传动齿轮 (56) 啮合, 腕外圈锥齿轮 (61) 与腕外圈直齿轮 (60) 并排且同轴设置, 腕外圈锥齿轮 (61) 与腕外圈直齿轮 (60) 通过螺钉连接组成腕外圈圆环, 腕外圈圆环通过滚针轴承套装在腕内圈圆环的外径上,

腕驱动支撑架 (62) 包括腕支撑环 (62-1)、腕左齿轮箱 (62-2) 和腕右齿轮箱 (62-3), 腕左齿轮箱 (62-2) 和腕右齿轮箱 (62-3) 的结构相同, 腕左齿轮箱 (62-2) 和腕右齿轮箱 (62-3) 以腕支撑环 (62-1) 的轴线为基准对称设置在腕支撑环 (62-1) 的一侧端面上, 腕左齿轮箱 (62-2) 沿厚度方向上设有腕左锥齿轮轴孔 (62-4), 腕左齿轮箱 (62-2) 的内侧端面设有与腕左锥齿轮轴孔 (62-4) 同轴的腕左行星齿轮槽 (62-5), 腕左行星齿轮槽 (62-5) 沿圆周内壁设有腕左内齿轮 (62-6), 腕右齿轮箱 (62-3) 沿厚度方向设有与腕左锥齿轮轴孔 (62-4) 正对的腕右锥齿轮轴孔 (62-7), 腕右齿轮箱 (62-3) 的内侧端面设有与腕左行星齿

轮槽 (62-5) 正对的腕右行星齿轮槽 (62-8), 腕右行星齿轮槽 (62-8) 沿圆周内壁设有腕右内齿轮 (62-9), 腕左锥齿轮轴孔 (62-4) 和腕右锥齿轮轴孔 (62-7) 的轴线与肘左锥齿轮轴孔 (42-4) 和肘右锥齿轮轴孔 (42-7) 的轴线相垂直, 腕支撑环 (62-1) 通过滚针轴承设置在腕支撑架 (57) 的内径中,

腕左锥齿轮 (63) 与腕外圈锥齿轮 (61) 啮合, 腕左锥齿轮 (63) 设置在腕左齿轮箱 (62-2) 的外侧, 且腕左锥齿轮 (63) 上的齿轮轴穿过腕左锥齿轮轴孔 (62-4), 腕左锥齿轮 (63) 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在腕左锥齿轮轴孔 (62-4) 中, 腕左传动小齿轮 (65) 通过键固定在腕左锥齿轮 (63) 的齿轮轴上, 三个腕左行星齿轮 (66) 设置在腕左传动小齿轮 (65) 与腕左内齿轮 (62-6) 之间, 每个腕左行星齿轮 (66) 均与腕左传动小齿轮 (65) 和腕左内齿轮 (62-6) 啮合,

腕右锥齿轮 (64) 与腕内圈锥齿轮 (59) 啮合, 腕右锥齿轮 (64) 设置在腕右齿轮箱 (62-3) 的外侧, 且腕右锥齿轮 (64) 上的齿轮轴穿过腕右锥齿轮轴孔 (62-7), 腕右锥齿轮 (64) 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在腕右锥齿轮轴孔 (62-7) 中, 腕右传动小齿轮 (68) 通过键固定在腕右锥齿轮 (64) 的齿轮轴上, 三个腕右行星齿轮 (67) 设置在腕右传动小齿轮 (68) 与腕右内齿轮 (62-9) 之间, 每个腕右行星齿轮 (67) 均与腕右传动小齿轮 (68) 和腕右内齿轮 (62-9) 啮合,

腕关节握把 (69) 设置在腕左齿轮箱 (62-2) 与腕右齿轮箱 (62-3) 之间, 腕关节握把 (69) 的两端分别与对应的腕左传动小齿轮 (65) 和腕右传动小齿轮 (68) 的齿轮轴固定连接,

肩关节 (A)、肘关节 (B) 和腕关节 (C) 依次设置, 肘关节 (B) 上的肘连接板 (29) 与肩关节 (A) 上的肩固定架 (21) 上下设置, 腕关节 (C) 上的腕连接板 (49) 与肘关节 (B) 上的肘固定架 (28) 上下设置, 第二连接长槽 (29-1) 与第一连接长槽 (21-1) 滑动连接, 第四连接长槽 (49-1) 与第三连接长槽 (28-1) 滑动连接。

2. 根据权利要求 1 所述的基于并联驱动关节的上肢外骨骼, 其特征在于: 所述肩支板 (22) 与肩支撑架 (7) 制成一体, 肘支板 (30)、肘连接板 (29) 与肘支撑架 (37) 制成一体, 腕支板 (50)、腕连接板 (49) 与腕支撑架 (57) 制成一体。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的基于并联驱动关节的上肢外骨骼, 其特征在于: 肩内圈锥齿轮 (9) 的外径与肩内圈直齿轮 (8) 的外径相同, 肘内圈锥齿轮 (39) 的外径与肘内圈直齿轮 (38) 的外径相同, 腕内圈锥齿轮 (59) 的外径与腕内圈直齿轮 (58) 的外径相同。

4. 根据权利要求 3 所述的基于并联驱动关节的上肢外骨骼, 其特征在于: 肩外圈锥齿轮 (11) 的外径与肩外圈直齿轮 (10) 的外径相同, 肘外圈锥齿轮 (41) 的外径与肘外圈直齿轮 (40) 的外径相同, 腕外圈锥齿轮 (61) 的外径与腕外圈直齿轮 (60) 的外径相同。

5. 根据权利要求 1、2 或 4 所述的基于并联驱动关节的上肢外骨骼, 其特征在于: 三个肘左行星齿轮 (46) 沿同一圆周均布设置, 三个肘右行星齿轮 (47) 沿同一圆周均布设置。

6. 根据权利要求 5 所述的基于并联驱动关节的上肢外骨骼, 其特征在于: 三个腕左行星齿轮 (66) 沿同一圆周均布设置, 三个腕右行星齿轮 (67) 沿同一圆周均布设置。

7. 根据权利要求 6 所述的基于并联驱动关节的上肢外骨骼, 其特征在于: 所述肩左齿轮箱 (12-2)、肩右齿轮箱 (12-3) 和肩支撑环 (12-1) 制成一体, 所述肘左齿轮箱 (42-2)、肘右齿轮箱 (42-3) 和肘支撑环 (42-1) 制成一体, 所述腕左齿轮箱 (62-2)、腕右齿轮箱

(62-3) 和腕支撑环 (62-1) 制成一体。

8. 根据权利要求 7 所述的基于并联驱动关节的上肢外骨骼, 其特征在于: 所述肩驱动支撑架 (12) 还包括齿轮挡板 (12-8), 齿轮挡板 (12-8) 位于上臂固定架 (21) 的下方且设置在内圈锥齿轮 (9) 和外圈锥齿轮 (11) 的一侧, 齿轮挡板 (12-8) 与肩支撑环 (12-1) 制成一体。

基于并联驱动关节的上肢外骨骼

技术领域

[0001] 本发明涉及一种助力机器人,具体涉及一种基于并联驱动关节的上肢外骨骼。

背景技术

[0002] 目前,外骨骼机器人可以替人体承担负载增加人体的机动性能,他在各个方面都很有应用前景,例如军事行军中,地震救援中,人体肌肉复健中等,但是,目前的已有的上肢外骨骼设计大多是以串联结构设计为主,这种结构运动精度差,而且每个自由度都有单独电机驱动,使得电机负担大,从而导致电机尺寸增加。而现有的并联结构,多为连杆铰链形式,运动范围也受到了很大限制。

发明内容

[0003] 本发明的为解决现有上肢外骨骼机器人运动精度差、体积大、运动范围小的问题,而提出一种基于并联驱动关节的上肢外骨骼。

[0004] 本发明包括肩关节、肘关节和腕关节;

[0005] 肩关节包括肩内圈驱动电机、肩外圈驱动电机、肩内圈减速器、肩外圈减速器、肩内圈传动齿轮、肩外圈传动齿轮、肩支撑架、肩内圈直齿轮、肩内圈锥齿轮、肩外圈直齿轮、肩外圈锥齿轮、肩驱动支撑架、肩左锥齿轮、肩右锥齿轮、肩左传动小齿轮、左传动大齿轮、右传动大齿轮、肩右传动小齿轮、左齿轮箱盖、右齿轮箱盖、肩固定架和肩支板;

[0006] 肩支撑架为圆环形,肩支板设置在肩支撑架的端面处,肩支板与肘支撑架的轴线垂直设置,肩内圈减速器与肩外圈减速器平行设置,且肩内圈减速器和肩外圈减速器的输出轴均穿过肩支板,肩内圈驱动电机与肩内圈减速器连接,肩外圈驱动电机与肩外圈减速器连接,肩内圈传动齿轮通过键固定在肩内圈减速器的输出轴上,肩外圈传动齿轮通过键固定在肩外圈减速器的输出轴上,肩内圈直齿轮与肩内圈传动齿轮啮合,肩内圈锥齿轮与肩内圈直齿轮并排且同轴设置,肩内圈锥齿轮与肩内圈直齿轮通过螺钉连接组成肩内圈圆环,肩内圈圆环通过滚针轴承套装在肩支撑架的外径上,肩外圈直齿轮与肩外圈传动齿轮啮合,肩外圈锥齿轮与肩外圈直齿轮并排且同轴设置,肩外圈锥齿轮与肩外圈直齿轮通过螺钉连接组成肩外圈圆环,肩外圈圆环通过滚针轴承套装在肩内圈圆环的外径上;

[0007] 肩驱动支撑架包括肩支撑环、肩左齿轮箱和肩右齿轮箱,肩左齿轮箱和肩右齿轮箱的结构相同,肩左齿轮箱和肩右齿轮箱以肩支撑环的轴线为基准对称设置在肩支撑环的内壁上,肩左齿轮箱沿厚度方向上设有肩左锥齿轮轴孔,肩左齿轮箱的内侧端面设有左传动大齿轮轴槽,肩左锥齿轮轴孔的轴线与左传动大齿轮轴槽的轴线平行且在同一水平面上设置,肩左锥齿轮轴孔的轴线与肩支撑环的轴线垂直设置,肩右齿轮箱沿厚度方向上设有与肩左锥齿轮轴孔正对的肩右锥齿轮轴孔,肩右齿轮箱的内侧端面设有与左传动大齿轮轴槽正对的右传动大齿轮轴槽,肩支撑环通过滚针轴承设置在肩支撑架的内径中;

[0008] 肩左锥齿轮与肩外圈锥齿轮啮合,肩左锥齿轮设置在肩左齿轮箱的外侧,且肩左锥齿轮上的齿轮轴穿过肩左锥齿轮轴孔,肩左锥齿轮的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肩左锥

齿轮轴孔中,肩左传动小齿轮设置在肩左齿轮箱内,且肩左传动小齿轮通过键固定在肩左锥齿轮的齿轮轴上,左传动大齿轮与肩左传动小齿轮啮合,且左传动大齿轮的齿轮轴一端通过滚珠轴承固定在左传动大齿轮轴槽内中,左传动大齿轮的齿轮轴另一端通过滚珠轴承设置在左齿轮箱盖中,左齿轮箱盖通过螺钉安装在肩左齿轮箱上;

[0009] 肩右锥齿轮与肩内圈锥齿轮啮合,肩右锥齿轮设置在肩右齿轮箱的外侧,且肩右锥齿轮上的齿轮轴穿过肩右锥齿轮轴孔,肩右锥齿轮的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肩右锥齿轮轴孔中,肩右传动小齿轮设置在肩右齿轮箱内,且肩右传动小齿轮通过键固定在肩右锥齿轮的齿轮轴上,右传动大齿轮与肩右传动小齿轮啮合,且右传动大齿轮的齿轮轴一端通过滚珠轴承固定在右传动大齿轮轴槽中,右传动大齿轮的齿轮轴另一端通过滚珠轴承设置在右齿轮箱盖中,右齿轮箱盖通过螺钉安装在肩右齿轮箱上;

[0010] 肩固定架设置在肩左齿轮箱与肩右齿轮箱之间,肩固定架的两端分别与对应的左传动大齿轮和右传动大齿轮的齿轮轴固定连接,肩固定架上设有与肩支撑环的轴线相平行的第一连接长槽;

[0011] 肘关节包括肘固定架、肘连接板、肘支板、肘内圈驱动电机、肘外圈驱动电机、肘内圈减速器、肘外圈减速器、肘内圈传动齿轮、肘外圈传动齿轮、肘支撑架、肘内圈直齿轮、肘内圈锥齿轮、肘外圈直齿轮、肘外圈锥齿轮、肘驱动支撑架、肘左锥齿轮、肘右锥齿轮、肘左传动小齿轮、肘右传动小齿轮、三个肘左行星齿轮和三个肘右行星齿轮;

[0012] 肘支撑架为圆环形,肘支板设置在肘支撑架的端面处,肘支板与肘支撑架的轴线垂直设置,肘连接板设置在肘支板的外侧,肘连接板与肘支撑架的轴线平行设置,肘连接板上设有与肘支撑架轴线平行的第二连接长槽,肘内圈减速器与肘外圈减速器平行设置,且肘内圈减速器和肘外圈减速器的输出轴均穿过肘支板,肘内圈驱动电机与肘内圈减速器连接,肘外圈驱动电机与肘外圈减速器连接,肘内圈传动齿轮通过键固定在肘内圈减速器的输出轴上,肘外圈传动齿轮通过键固定在肘外圈减速器的输出轴上,肘内圈直齿轮与肘内圈传动齿轮啮合,肘内圈锥齿轮与肘内圈直齿轮并排且同轴设置,肘内圈锥齿轮与肘内圈直齿轮通过螺钉连接组成肘内圈圆环,肘内圈圆环通过滚针轴承套装在肘支撑架的外径上,肘外圈直齿轮与肘外圈传动齿轮啮合,肘外圈锥齿轮与肘外圈直齿轮并排且同轴设置,肘外圈锥齿轮与肘外圈直齿轮通过螺钉连接组成肘外圈圆环,肘外圈圆环通过滚针轴承套装在肘内圈圆环的外径上;

[0013] 肘驱动支撑架包括肘支撑环、肘左齿轮箱和肘右齿轮箱,肘左齿轮箱和肘右齿轮箱的结构相同,肘左齿轮箱和肘右齿轮箱以肘支撑环的轴线为基准对称设置在肘支撑环的一侧端面上,肘左齿轮箱沿厚度方向上设有肘左锥齿轮轴孔,肘左齿轮箱的内侧端面设有与肘左锥齿轮轴孔同轴的肘左行星齿轮槽,肘左行星齿轮槽沿圆周内壁设有肘左内齿轮,肘右齿轮箱沿厚度方向设有与肘左锥齿轮轴孔正对的肘右锥齿轮轴孔,肘右齿轮箱的内侧端面设有与肘左行星齿轮槽正对的肘右行星齿轮槽,肘右行星齿轮槽沿圆周内壁设有肘右内齿轮,肘左锥齿轮轴孔和肘右锥齿轮轴孔的轴线与肩左锥齿轮轴孔和肩右锥齿轮轴孔的轴线相垂直,肘支撑环通过滚针轴承设置在肘支撑架的内径中;

[0014] 肘左锥齿轮与肘外圈锥齿轮啮合,肘左锥齿轮设置在肘左齿轮箱的外侧,且肘左锥齿轮上的齿轮轴穿过肘左锥齿轮轴孔,肘左锥齿轮的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肘左锥齿轮轴孔中,肘左传动小齿轮通过键固定在肘左锥齿轮的齿轮轴上,三个肘左行星齿轮设

置在肘左传动小齿轮与肘左内齿轮之间,每个肘左行星齿轮均与肘左传动小齿轮和肘左内齿轮啮合;

[0015] 肘右锥齿轮与肘内圈锥齿轮啮合,肘右锥齿轮设置在肘右齿轮箱的外侧,且肘右锥齿轮上的齿轮轴穿过肘右锥齿轮轴孔,肘右锥齿轮的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肘右锥齿轮轴孔中,肘右传动小齿轮通过键固定在肘右锥齿轮的齿轮轴上,三个肘右行星齿轮设置在肘右传动小齿轮与肘右内齿轮之间,每个肘右行星齿轮均与肘右传动小齿轮和肘右内齿轮啮合;

[0016] 肘固定架设置在肘左齿轮箱与肘右齿轮箱之间,肘固定架的两端分别与对应的肘左传动小齿轮和肘右传动小齿轮的齿轮轴固定连接,肘固定架上设有与肘支撑环的轴线相平行的第三连接长槽;

[0017] 腕关节包括腕连接板、腕支板、腕内圈驱动电机、腕外圈驱动电机、腕内圈减速器、腕外圈减速器、腕内圈传动齿轮、腕外圈传动齿轮、腕支撑架、腕内圈直齿轮、腕内圈锥齿轮、腕外圈直齿轮、腕外圈锥齿轮、腕驱动支撑架、腕左锥齿轮、腕右锥齿轮、腕左传动小齿轮、腕右传动小齿轮、腕关节握把、三个腕左行星齿轮和三个腕右行星齿轮;

[0018] 腕支撑架为圆环形,腕支板设置在腕支撑架的端面处,腕支板与腕支撑架的轴线垂直设置,腕连接板设置在腕支板的外侧,腕连接板与腕支撑架的轴线平行设置,腕连接板上设有与腕支撑架轴线平行的第四连接长槽,腕内圈减速器与腕外圈减速器平行设置,且腕内圈减速器和腕外圈减速器的输出轴均穿过腕支板,腕内圈驱动电机与腕内圈减速器连接,腕外圈驱动电机与腕外圈减速器连接,腕内圈传动齿轮通过键固定在腕内圈减速器的输出轴上,腕外圈传动齿轮通过键固定在腕外圈减速器的输出轴上,腕内圈直齿轮与腕内圈传动齿轮啮合,腕内圈锥齿轮与腕内圈直齿轮并排且同轴设置,腕内圈锥齿轮与腕内圈直齿轮通过螺钉连接组成腕内圈圆环,腕内圈圆环通过滚针轴承套装在腕支撑架的外径上,腕外圈直齿轮与腕外圈传动齿轮啮合,腕外圈锥齿轮与腕外圈直齿轮并排且同轴设置,腕外圈锥齿轮与腕外圈直齿轮通过螺钉连接组成腕外圈圆环,腕外圈圆环通过滚针轴承套装在腕内圈圆环的外径上;

[0019] 腕驱动支撑架包括腕支撑环、腕左齿轮箱和腕右齿轮箱,腕左齿轮箱和腕右齿轮箱的结构相同,腕左齿轮箱和腕右齿轮箱以腕支撑环的轴线为基准对称设置在腕支撑环的一侧端面上,腕左齿轮箱沿厚度方向上设有腕左锥齿轮轴孔,腕左齿轮箱的内侧端面设有与腕左锥齿轮轴孔同轴的腕左行星齿轮槽,腕左行星齿轮槽沿圆周内壁设有腕左内齿轮,腕右齿轮箱沿厚度方向设有与腕左锥齿轮轴孔正对的腕右锥齿轮轴孔,腕右齿轮箱的内侧端面设有与腕左行星齿轮槽正对的腕右行星齿轮槽,腕右行星齿轮槽沿圆周内壁设有腕右内齿轮,腕左锥齿轮轴孔和腕右锥齿轮轴孔的轴线与肘左锥齿轮轴孔和肘右锥齿轮轴孔的轴线相垂直,腕支撑环通过滚针轴承设置在腕支撑架的内径中;

[0020] 腕左锥齿轮与腕外圈锥齿轮啮合,腕左锥齿轮设置在腕左齿轮箱的外侧,且腕左锥齿轮上的齿轮轴穿过腕左锥齿轮轴孔,腕左锥齿轮的齿轮轴通过滚珠轴承固定在腕左锥齿轮轴孔中,腕左传动小齿轮通过键固定在腕左锥齿轮的齿轮轴上,三个腕左行星齿轮设置在腕左传动小齿轮与腕左内齿轮之间,每个腕左行星齿轮均与腕左传动小齿轮和腕左内齿轮啮合;

[0021] 腕右锥齿轮与腕内圈锥齿轮啮合,腕右锥齿轮设置在腕右齿轮箱的外侧,且腕右

锥齿轮上的齿轮轴穿过腕右锥齿轮轴孔,腕右锥齿轮的齿轮轴通过滚珠轴承固定在腕右锥齿轮轴孔中,腕右传动小齿轮通过键固定在腕右锥齿轮的齿轮轴上,三个腕右行星齿轮设置在腕右传动小齿轮与腕右内齿轮之间,每个腕右行星齿轮均与腕右传动小齿轮和腕右内齿轮啮合;

[0022] 腕关节握把设置在腕左齿轮箱与腕右齿轮箱之间,腕关节握把的两端分别与对应的腕左传动小齿轮和腕右传动小齿轮的齿轮轴固定连接;

[0023] 肩关节、肘关节和腕关节依次设置,肘关节上的肘连接板与肩关节上的肩固定架上下设置,腕关节上的腕连接板与肘关节上的肘固定架上下设置,第二连接长槽与第一连接长槽滑动连接,第四连接长槽与第三连接长槽滑动连接。

[0024] 本发明与现有技术相比具有以下有益效果:

[0025] 一、由于本发明的肩关节、肘关节和腕关节均为独立部件,每个部件都采用了并联驱动的方式,且传动方式均采用齿轮传动,增加了运动的精确性和运动范围,运动精度相比现有技术提高了一倍以上。

[0026] 二、本发明肩关节与肘关节之间通过第一连接长槽和第二连接长槽滑动连接,肘关节与腕关节之间通过第三连接长槽和第四连接长槽滑动连接,并且各个长槽可以根据人体的尺寸进行长度调整,使得本发明的使用性能得到提高。

[0027] 三、本发明在每个自由度运动时都有两个电机承担,分担了电机的负担,且电机并联设置,从而减小电机的体积,增加了紧凑性。

附图说明

[0028] 图1是本发明的整体结构立体图;

[0029] 图2是肩关节A的结构立体图;

[0030] 图3是肩内圈直齿轮8、肩内圈锥齿轮9和肩支撑架7的位置关系立体图;

[0031] 图4是肩外圈直齿轮10、肩外圈锥齿轮11、肩驱动支撑架12和肩支撑架7的位置关系立体图;

[0032] 图5是肩驱动支撑架12的结构立体图;

[0033] 图6是肩驱动支撑架12的结构立体图(与图5的视图方向相反);

[0034] 图7是肩左锥齿轮13、肩左传动小齿轮15、左传动大齿轮16与左齿轮箱12-2的位置关系立体图;

[0035] 图8是肩右锥齿轮14、肩右传动小齿轮18、右传动大齿轮17与右齿轮箱12-3的位置关系立体图;

[0036] 图9是肘关节B的结构立体图;

[0037] 图10是肘内圈驱动电机31、肘外圈驱动电机32、肘内圈减速器33、肘外圈减速器34、肘内圈传动齿轮35、肘外圈传动齿轮36、肘内圈直齿轮38、肘内圈锥齿轮39和肘支撑架37的位置关系立体图;

[0038] 图11是肘外圈直齿轮40、肘外圈锥齿轮41、肘驱动支撑架42、肘左锥齿轮43、肘右锥齿轮44、肘左传动小齿轮45和三个肘左行星齿轮46的位置关系立体图;

[0039] 图12是肘外圈直齿轮40、肘外圈锥齿轮41、肘驱动支撑架42、肘左锥齿轮43、肘右锥齿轮44、肘右传动小齿轮48和三个肘右行星齿轮47的位置关系立体图(与图11的视

图方向相反)；

[0040] 图 13 是腕关节 C 的结构立体图；

[0041] 图 14 是腕连接板 49、腕支板 50、腕内圈传动齿轮 55、腕外圈传动齿轮 56、腕外圈直齿轮 60、腕外圈锥齿轮 61 和腕驱动支撑架 62 的位置关系立体图；

[0042] 图 15 是腕连接板 49、腕支板 50、腕内圈传动齿轮 55、腕外圈传动齿轮 56、腕支撑架 57 和第三连接长槽 49-1 的位置关系立体图；

[0043] 图 16 是腕内圈直齿轮 58、腕内圈锥齿轮 59 和腕支撑架 57 的位置关系立体图；

[0044] 图 17 是腕外圈直齿轮 60、腕外圈锥齿轮 61、腕驱动支撑架 62、腕左锥齿轮 63、腕右锥齿轮 64、腕左传动小齿轮 65 和三个腕左行星齿轮 66 的位置关系立体图；

[0045] 图 18 是腕外圈直齿轮 60、腕外圈锥齿轮 61、腕驱动支撑架 62、腕左锥齿轮 63、腕右锥齿轮 64、腕右传动小齿轮 68 和三个腕右行星齿轮 67 的位置关系立体图。

具体实施方式

[0046] 具体实施方式一：结合图 1～图 18 说明本实施方式，本实施方式包括肩关节 A、肘关节 B 和腕关节 C；

[0047] 肩关节 A 包括肩内圈驱动电机 1、肩外圈驱动电机 2、肩内圈减速器 3、肩外圈减速器 4、肩内圈传动齿轮 5、肩外圈传动齿轮 6、肩支撑架 7、肩内圈直齿轮 8、肩内圈锥齿轮 9、肩外圈直齿轮 10、肩外圈锥齿轮 11、肩驱动支撑架 12、肩左锥齿轮 13、肩右锥齿轮 14、肩左传动小齿轮 15、左传动大齿轮 16、右传动大齿轮 17、肩右传动小齿轮 18、左齿轮箱盖 19、右齿轮箱盖 20、肩固定架 21 和肩支板 22；

[0048] 肩支撑架 7 为圆环形，肩支板 22 设置在肩支撑架 7 的端面处，肩支板 22 与肘支撑架 37 的轴线垂直设置，肩内圈减速器 3 与肩外圈减速器 4 平行设置，且肩内圈减速器 3 和肩外圈减速器 4 的输出轴均穿过肩支板 22，肩内圈减速器 3 和肩外圈减速器 4 均固定在肩支板 22 上，肩内圈驱动电机 1 与肩内圈减速器 3 连接，肩外圈驱动电机 2 与肩外圈减速器 4 连接，肩内圈传动齿轮 5 通过键固定在肩内圈减速器 3 的输出轴上，肩外圈传动齿轮 6 通过键固定在肩外圈减速器 4 的输出轴上，见图 3，肩内圈直齿轮 8 与肩内圈传动齿轮 5 啮合，肩内圈锥齿轮 9 与肩内圈直齿轮 8 并排且同轴设置，肩内圈锥齿轮 9 与肩内圈直齿轮 8 通过螺钉连接组成肩内圈圆环，肩内圈圆环通过滚针轴承套装在肩支撑架 7 的外径上，肩内圈直齿轮 8 和肩内圈锥齿轮 9 可以与肩支撑架 7 相对转动运动，通过肩内圈驱动电机 1 的转动可以直接带动肩内圈直齿轮 8 和肩内圈锥齿轮 9 转动，见图 3，肩外圈直齿轮 10 与肩外圈传动齿轮 6 啮合，肩外圈锥齿轮 11 与肩外圈直齿轮 10 并排且同轴设置，肩外圈锥齿轮 11 与肩外圈直齿轮 10 通过螺钉连接组成肩外圈圆环，肩外圈圆环通过滚针轴承套装在肩内圈圆环的外径上，肩外圈圆环、肩内圈圆环以及肩支撑架 7 都可以做独立的转动运动，通过肩外圈驱动电机 2 的转动可以直接带动肩外圈直齿轮 10 和肩外圈锥齿轮 11 的转动，见图 4；

[0049] 肩驱动支撑架 12 包括肩支撑环 12-1、肩左齿轮箱 12-2 和肩右齿轮箱 12-3，肩左齿轮箱 12-2 和肩右齿轮箱 12-3 的结构相同，肩左齿轮箱 12-2 和肩右齿轮箱 12-3 以肩支撑环 12-1 的轴线为基准对称设置在肩支撑环 12-1 的内壁上，肩左齿轮箱 12-2 沿厚度方向上设有肩左锥齿轮轴孔 12-4，肩左齿轮箱 12-2 的内侧端面设有左传动大齿轮轴槽 12-5，肩

左锥齿轮轴孔 12-4 的轴线与左传动大齿轮轴槽 12-5 的轴线平行且在同一水平面上设置, 肩左锥齿轮轴孔 12-4 的轴线与肩支撑环 12-1 的轴线垂直设置, 肩右齿轮箱 12-3 沿厚度方向上设有与肩左锥齿轮轴孔 12-4 正对的肩右锥齿轮轴孔 12-6, 肩右齿轮箱 12-3 的内侧端面设有与左传动大齿轮轴槽 12-5 正对的右传动大齿轮轴槽 12-7, 肩支撑环 12-1 通过滚针轴承设置在肩支撑架 7 的内径中, 肩驱动支撑架 12 可以做独立的转动运动, 见图 4、图 5 和图 6;

[0050] 肩左锥齿轮 13 与肩外圈锥齿轮 11 啮合, 肩左锥齿轮 13 设置在肩左齿轮箱 12-2 的外侧, 且肩左锥齿轮 13 上的齿轮轴穿过肩左锥齿轮轴孔 12-4, 肩左锥齿轮 13 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肩左锥齿轮轴孔 12-4 中, 肩左传动小齿轮 15 设置在肩左齿轮箱 12-2 内, 且肩左传动小齿轮 15 通过键固定在肩左锥齿轮 13 的齿轮轴上, 左传动大齿轮 16 与肩左传动小齿轮 15 啮合, 且左传动大齿轮 16 的齿轮轴一端通过滚珠轴承固定在左传动大齿轮轴槽 12-5 中, 左传动大齿轮 16 的齿轮轴另一端通过滚珠轴承设置在左齿轮箱盖 19 中, 左齿轮箱盖 19 通过螺钉安装在肩左齿轮箱 12-2 上, 见图 6 和图 7;

[0051] 肩右锥齿轮 14 与肩内圈锥齿轮 9 啮合, 肩右锥齿轮 14 设置在肩右齿轮箱 12-3 的外侧, 且肩右锥齿轮 14 上的齿轮轴穿过肩右锥齿轮轴孔 12-6, 肩右锥齿轮 14 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肩右锥齿轮轴孔 12-6 中, 肩右传动小齿轮 18 设置在肩右齿轮箱 12-3 内, 且肩右传动小齿轮 18 通过键固定在肩右锥齿轮 14 的齿轮轴上, 右传动大齿轮 17 与肩右传动小齿轮 18 啮合, 且右传动大齿轮 17 的齿轮轴一端通过滚珠轴承固定在右传动大齿轮轴槽 12-7 中, 右传动大齿轮 17 的齿轮轴另一端通过滚珠轴承设置在右齿轮箱盖 20 中, 右齿轮箱盖 20 通过螺钉安装在肩右齿轮箱 12-3 上, 见图 2 和图 7;

[0052] 肩固定架 21 设置在肩左齿轮箱 12-2 与肩右齿轮箱 12-3 之间, 肩固定架 21 的两端分别与对应的左传动大齿轮 16 和右传动大齿轮 17 的齿轮轴固定连接, 肩固定架 21 上设有与肩支撑环 12-1 的轴线相平行的第一连接长槽 21-1, 肩支板 22 为扇形, 且扇形的内径与肩支撑架 7 的内径相同;

[0053] 肘关节 B 包括肘固定架 28、肘连接板 29、肘支板 30、肘内圈驱动电机 31、肘外圈驱动电机 32、肘内圈减速器 33、肘外圈减速器 34、肘内圈传动齿轮 35、肘外圈传动齿轮 36、肘支撑架 37、肘内圈直齿轮 38、肘内圈锥齿轮 39、肘外圈直齿轮 40、肘外圈锥齿轮 41、肘驱动支撑架 42、肘左锥齿轮 43、肘右锥齿轮 44、肘左传动小齿轮 45、肘右传动小齿轮 48、三个肘左行星齿轮 46 和三个肘右行星齿轮 47;

[0054] 肘支撑架 37 为圆环形, 肘支板 30 设置在肘支撑架 37 的端面处, 肘支板 30 与肘支撑架 37 的轴线垂直设置, 肘连接板 29 设置在肘支板 30 的外侧, 肘连接板 29 与肘支撑架 37 的轴线平行设置, 肘连接板 29 上设有与肘支撑架 37 轴线平行的第二连接长槽 29-1, 肘内圈减速器 33 与肘外圈减速器 34 平行设置, 且肘内圈减速器 33 和肘外圈减速器 34 的输出轴均穿过肘支板 30, 肘内圈驱动电机 31 与肘内圈减速器 33 连接, 肘外圈驱动电机 32 与肘外圈减速器 34 连接, 肘内圈传动齿轮 35 通过键固定在肘内圈减速器 33 的输出轴上, 肘外圈传动齿轮 36 通过键固定在肘外圈减速器 34 的输出轴上, 肘内圈直齿轮 38 与肘内圈传动齿轮 35 啮合, 肘内圈锥齿轮 39 与肘内圈直齿轮 38 并排且同轴设置, 肘内圈锥齿轮 39 与肘内圈直齿轮 38 通过螺钉连接组成肘内圈圆环, 肘内圈圆环通过滚针轴承套装在肘支撑架 37 的外径上, 肘内圈直齿轮 38 和肘内圈锥齿轮 39 可以与肘支撑架 37 相对转动运动, 通过肘

内圈驱动电机 31 的转动可以直接带动肘内圈直齿轮 38 和肘内圈锥齿轮 39 转动, 见图 10, 肘外圈直齿轮 40 与肘外圈传动齿轮 36 啮合, 肘外圈锥齿轮 41 与肘外圈直齿轮 40 并排且同轴设置, 肘外圈锥齿轮 41 与肘外圈直齿轮 40 通过螺钉连接组成肘外圈圆环, 肘外圈圆环通过滚针轴承套装在肘内圈圆环的外径上, 肘外圈圆环、肘内圈圆环以及肘支撑架 37 都可以做独立的转动运动, 通过肘外圈驱动电机 32 的转动可以直接带动肘外圈直齿轮 40 和肘外圈锥齿轮 41 的转动, 见图 9;

[0055] 肘驱动支撑架 42 包括肘支撑环 42-1、肘左齿轮箱 42-2 和肘右齿轮箱 42-3, 肘左齿轮箱 42-2 和肘右齿轮箱 42-3 的结构相同, 肘左齿轮箱 42-2 和肘右齿轮箱 42-3 以肘支撑环 42-1 的轴线为基准对称设置在肘支撑环 42-1 的一侧端面上, 肘左齿轮箱 42-2 沿厚度方向上设有肘左锥齿轮轴孔 42-4, 肘左齿轮箱 42-2 的内侧端面设有与肘左锥齿轮轴孔 42-4 同轴的肘左行星齿轮槽 42-5, 肘左行星齿轮槽 42-5 沿圆周内壁设有肘左内齿轮 42-6, 肘右齿轮箱 42-3 沿厚度方向设有与肘左锥齿轮轴孔 42-4 正对的肘右锥齿轮轴孔 42-7, 肘右齿轮箱 42-3 的内侧端面设有与肘左行星齿轮槽 42-5 正对的肘右行星齿轮槽 42-8, 肘右行星齿轮槽 42-8 沿圆周内壁设有肘右内齿轮 42-9, 肘左锥齿轮轴孔 42-4 和肘右锥齿轮轴孔 42-7 的轴线与肘左锥齿轮轴孔 12-4 和肘右锥齿轮轴孔 12-6 的轴线相垂直, 肘支撑环 42-1 通过滚针轴承设置在肘支撑架 37 的内径中, 肘驱动支撑架 42 可以做独立的转动运动, 见图 11 和图 12;

[0056] 肘左锥齿轮 43 与肘外圈锥齿轮 41 啮合, 肘左锥齿轮 43 设置在肘左齿轮箱 42-2 的外侧, 且肘左锥齿轮 43 上的齿轮轴穿过肘左锥齿轮轴孔 42-4, 肘左锥齿轮 43 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肘左锥齿轮轴孔 42-4 中, 肘左传动小齿轮 45 通过键固定在肘左锥齿轮 43 的齿轮轴上, 三个肘左行星齿轮 46 设置在肘左传动小齿轮 45 与肘左内齿轮 42-6 之间, 每个肘左行星齿轮 46 均与肘左传动小齿轮 45 和肘左内齿轮 42-6 啮合, 每个肘左行星齿轮 46 通过滚珠轴承安装在肘左齿轮箱 42-2 上, 肘支板 30 为扇形, 且扇形的内径与肘支撑架 37 的内径相同, 见图 9、图 11 和图 12;

[0057] 肘右锥齿轮 44 与肘内圈锥齿轮 39 啮合, 肘右锥齿轮 44 设置在肘右齿轮箱 42-3 的外侧, 且肘右锥齿轮 44 上的齿轮轴穿过肘右锥齿轮轴孔 42-7, 肘右锥齿轮 44 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在肘右锥齿轮轴孔 42-7 中, 肘右传动小齿轮 48 通过键固定在肘右锥齿轮 44 的齿轮轴上, 三个肘右行星齿轮 47 设置在肘右传动小齿轮 48 与肘右内齿轮 42-9 之间, 每个肘右行星齿轮 47 均与肘右传动小齿轮 48 和肘右内齿轮 42-9 啮合, 每个肘右行星齿轮 47 通过滚珠轴承安装在肘右齿轮箱 42-3 上, 见图 9、图 11 和图 12;

[0058] 肘固定架 28 设置在肘左齿轮箱 42-2 与肘右齿轮箱 42-3 之间, 肘固定架 28 的两端分别与对应的肘左传动小齿轮 45 和肘右传动小齿轮 48 的齿轮轴固定连接, 肘固定架 28 上设有与肘支撑环 42-1 的轴线相平行的第三连接长槽 28-1, 见图 9、图 11 和图 12;

[0059] 腕关节 C 包括腕连接板 49、腕支板 50、腕内圈驱动电机 51、腕外圈驱动电机 52、腕内圈减速器 53、腕外圈减速器 54、腕内圈传动齿轮 55、腕外圈传动齿轮 56、腕支撑架 57、腕内圈直齿轮 58、腕内圈锥齿轮 59、腕外圈直齿轮 60、腕外圈锥齿轮 61、腕驱动支撑架 62、腕左锥齿轮 63、腕右锥齿轮 64、腕左传动小齿轮 65、腕右传动小齿轮 68、腕关节握把 69、三个腕左行星齿轮 66 和三个腕右行星齿轮 67;

[0060] 腕支撑架 57 为圆环形, 腕支板 50 设置在腕支撑架 57 的端面处, 腕支板 50 与腕支

撑架 57 的轴线垂直设置,腕连接板 49 设置在腕支板 50 的外侧,腕连接板 49 与腕支撑架 57 的轴线平行设置,腕连接板 49 上设有与腕支撑架 57 轴线平行的第四连接长槽 49-1,腕内圈减速器 53 与腕外圈减速器 54 平行设置,且腕内圈减速器 53 和腕外圈减速器 54 的输出轴均穿过腕支板 50,腕内圈驱动电机 51 与腕内圈减速器 53 连接,腕外圈驱动电机 52 与腕外圈减速器 54 连接,腕内圈传动齿轮 55 通过键固定在腕内圈减速器 53 的输出轴上,腕外圈传动齿轮 56 通过键固定在腕外圈减速器 54 的输出轴上,腕内圈直齿轮 58 与腕内圈传动齿轮 55 啮合,腕内圈锥齿轮 59 与腕内圈直齿轮 58 并排且同轴设置,见图 16,腕内圈锥齿轮 59 与腕内圈直齿轮 58 通过螺钉连接组成腕内圈圆环,腕内圈圆环通过滚针轴承套装在腕支撑架 57 的外径上,腕内圈直齿轮 58 和腕内圈锥齿轮 59 可以与腕支撑架 57 相对转动运动,通过腕内圈驱动电机 51 的转动可以直接带动腕内圈直齿轮 58 和腕内圈锥齿轮 59 转动,见图 16,腕外圈直齿轮 60 与腕外圈传动齿轮 56 啮合,腕外圈锥齿轮 61 与腕外圈直齿轮 60 并排且同轴设置,腕外圈锥齿轮 61 与腕外圈直齿轮 60 通过螺钉连接组成腕外圈圆环,腕外圈圆环通过滚针轴承套装在腕内圈圆环的外径上,腕外圈圆环、腕内圈圆环以及腕支撑架 57 都可以做独立的转动运动,通过腕外圈驱动电机 52 的转动可以直接带动腕外圈直齿轮 60 和腕外圈锥齿轮 61 的转动,见图 14,腕支板 50 为扇形,且扇形的内径与腕支撑架 57 的内径相同;

[0061] 腕驱动支撑架 62 包括腕支撑环 62-1、腕左齿轮箱 62-2 和腕右齿轮箱 62-3,腕左齿轮箱 62-2 和腕右齿轮箱 62-3 的结构相同,腕左齿轮箱 62-2 和腕右齿轮箱 62-3 以腕支撑环 62-1 的轴线为基准对称设置在腕支撑环 62-1 的一侧端面上,腕左齿轮箱 62-2 沿厚度方向上设有腕左锥齿轮轴孔 62-4,腕左齿轮箱 62-2 的内侧端面设有与腕左锥齿轮轴孔 62-4 同轴的腕左行星齿轮槽 62-5,腕左行星齿轮槽 62-5 沿圆周内壁设有腕左内齿轮 62-6,腕右齿轮箱 62-3 沿厚度方向设有与腕左锥齿轮轴孔 62-4 正对的腕右锥齿轮轴孔 62-7,腕右齿轮箱 62-3 的内侧端面设有与腕左行星齿轮槽 62-5 正对的腕右行星齿轮槽 62-8,腕右行星齿轮槽 62-8 沿圆周内壁设有腕右内齿轮 62-9,腕左锥齿轮轴孔 62-4 和腕右锥齿轮轴孔 62-7 的轴线与肘左锥齿轮轴孔 42-4 和肘右锥齿轮轴孔 42-7 的轴线相垂直(即腕左锥齿轮轴孔 62-4 和腕右锥齿轮轴孔 62-7 的轴线与肩左锥齿轮轴孔 12-4 和肩右锥齿轮轴孔 12-6 的轴线相平行),腕支撑环 62-1 通过滚针轴承设置在腕支撑架 57 的内径中,腕驱动支撑架 62 可以做独立的转动运动,见图 17 和图 18;

[0062] 腕左锥齿轮 63 与腕外圈锥齿轮 61 啮合,腕左锥齿轮 63 设置在腕左齿轮箱 62-2 的外侧,且腕左锥齿轮 63 上的齿轮轴穿过腕左锥齿轮轴孔 62-4,腕左锥齿轮 63 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在腕左锥齿轮轴孔 62-4 中,腕左传动小齿轮 65 通过键固定在腕左锥齿轮 63 的齿轮轴上,三个腕左行星齿轮 66 设置在腕左传动小齿轮 65 与腕左内齿轮 62-6 之间,每个腕左行星齿轮 66 均与腕左传动小齿轮 65 和腕左内齿轮 62-6 啮合,每个腕左行星齿轮 66 通过滚珠轴承安装在腕左齿轮箱 62-2 上,见图 9、图 11 和图 12;

[0063] 腕右锥齿轮 64 与腕内圈锥齿轮 59 啮合,腕右锥齿轮 64 设置在腕右齿轮箱 62-3 的外侧,且腕右锥齿轮 64 上的齿轮轴穿过腕右锥齿轮轴孔 62-7,腕右锥齿轮 64 的齿轮轴通过滚珠轴承固定在腕右锥齿轮轴孔 62-7 中,腕右传动小齿轮 68 通过键固定在腕右锥齿轮 64 的齿轮轴上,三个腕右行星齿轮 67 设置在腕右传动小齿轮 68 与腕右内齿轮 62-9 之间,每个腕右行星齿轮 67 均与腕右传动小齿轮 68 和腕右内齿轮 62-9 啮合,每个腕右行星齿轮

67 通过滚珠轴承安装在腕右齿轮箱 62-3 上,见图 13、图 14、图 17 和图 18;

[0064] 腕关节握把 69 设置在腕左齿轮箱 62-2 与腕右齿轮箱 62-3 之间,腕关节握把 69 的两端分别与对应的腕左传动小齿轮 65 和腕右传动小齿轮 68 的齿轮轴固定连接,见图 13;

[0065] 肩关节 A、肘关节 B 和腕关节 C 依次设置,肘关节 B 上的肘连接板 29 与肩关节 A 上的肩固定架 21 上下设置,腕关节 C 上的腕连接板 49 与肘关节 B 上的肘固定架 28 上下设置,第二连接长槽 29-1 与第一连接长槽 21-1 通过连接元件滑动连接,第四连接长槽 49-1 与第三连接长槽 28-1 通过连接元件滑动连接。第二连接长槽 29-1 与第一连接长槽 21-1 可以根据人体的尺寸调整长度。第四连接长槽 49-1 与第三连接长槽 28-1 可以根据人体的尺寸调整长度。肘关节 B 的运动轴线与肩关节 A 的运动轴线相互垂直。腕关节 C 上的腕关节握把 69 转动轴线与肘关节 B 的运动轴线相垂直。

[0066] 具体实施方式二:结合图 3、图 9、图 10 和图 15 说明本实施方式,本实施方式的肩支板 22 与肩支撑架 7 制成一体,见图 3,肘支板 30、肘连接板 29 与肘支撑架 37 制成一体,见图 9 和图 10,腕支板 50、腕连接板 49 与腕支撑架 57 制成一体,见图 15。这样设计为增加结构的稳定性。其它组成及连接关系与具体实施方式一相同。

[0067] 具体实施方式三:结合图 3、图 10 和图 16 说明本实施方式,本实施方式的肩内圈锥齿轮 9 的外径与肩内圈直齿轮 8 的外径相同,见图 3,肘内圈锥齿轮 39 的外径与肘内圈直齿轮 38 的外径相同,见图 10,腕内圈锥齿轮 59 的外径与腕内圈直齿轮 58 的外径相同,见图 16。其它组成及连接关系与具体实施方式一或二相同。

[0068] 具体实施方式四:结合图 4、图 9 和图 14 说明本实施方式,本实施方式的肩外圈锥齿轮 11 的外径与肩外圈直齿轮 10 的外径相同,见图 4,肘外圈锥齿轮 41 的外径与肘外圈直齿轮 40 的外径相同,见图 9,腕外圈锥齿轮 61 的外径与腕外圈直齿轮 60 的外径相同,见图 14。其它组成及连接关系与具体实施方式三相同。

[0069] 具体实施方式五:结合图 5 说明本实施方式,本实施方式的肩左锥齿轮轴孔 12-4 的轴线与左传动大齿轮轴槽 12-5 的轴线在同一水平面上。其它组成及连接关系与具体实施方式一、二或四相同。

[0070] 具体实施方式六:结合图 6 说明本实施方式,本实施方式的肩右锥齿轮轴孔 12-6 的轴线与右传动大齿轮轴槽 12-7 的轴线在同一水平面上。其它组成及连接关系与具体实施方式五相同。

[0071] 具体实施方式七:结合图 11 和图 12 说明本实施方式,本实施方式的三个肘左行星齿轮 46 沿同一圆周均布设置,三个肘右行星齿轮 47 沿同一圆周均布设置。其它组成及连接关系与具体实施方式六相同。

[0072] 具体实施方式八:结合图 17 和图 18 说明本实施方式,本实施方式的三个腕左行星齿轮 66 沿同一圆周均布设置,三个腕右行星齿轮 67 沿同一圆周均布设置。其它组成及连接关系与具体实施方式七相同。

[0073] 具体实施方式九:结合图 5、图 6、图 11、图 12、图 17 和图 18 说明本实施方式,本实施方式的肩左齿轮箱 12-2、肩右齿轮箱 12-3 和肩支撑环 12-1 制成一体,见图 5 和图 6,肘左齿轮箱 42-2、肘右齿轮箱 42-3 和肘支撑环 42-1 制成一体,见图 11 和图 12,腕左齿轮箱 62-2、腕右齿轮箱 62-3 和腕支撑环 62-1 制成一体,见图 17 和图 18。其它组成及连接关系与具体实施方式八相同。

[0074] 具体实施方式十：结合图5和图6说明本实施方式，本实施方式的与具体实施方式九不同的是它还增加有齿轮挡板12-8，齿轮挡板12-8位于肩固定架21的下方且设置在肩内圈锥齿轮9和肩外圈锥齿轮11的一侧，齿轮挡板12-8与肩支撑环12-1制成一体。齿轮挡板12-8挡着肩内圈锥齿轮9和肩外圈锥齿轮11，防止肩内圈锥齿轮9和肩外圈锥齿轮11与手臂接触。其它组成及连接关系与具体实施方式九相同。

[0075] 工作原理：

[0076] 1、当肩内圈传动齿轮5与肩外圈传动齿轮6反向转动时，肩左锥齿轮13与肩右锥齿轮14做同向转动，即左传动大齿轮16与右传动大齿轮17做同向运动，带动肩固定架21在竖直方向做转动运动（即肩固定架21绕左传动大齿轮16和右传动大齿轮17的轴线转动），从而带动肘关节B和腕关节C在竖直方向做转动运动。

[0077] 2、当肩内圈传动齿轮5与肩外圈传动齿轮6同向转动时，肩左锥齿轮13与肩右锥齿轮14有做反向转动的趋势，但是由于左传动大齿轮16和右传动大齿轮17与肩固定架21是固定连接的，所以肩左锥齿轮13与肩右锥齿轮14的转动运动不会发生，此时，由于反作用力，并且肩左锥齿轮13与肩外圈锥齿轮11啮合，肩右锥齿轮14与肩内圈锥齿轮9啮合，相当于肩左锥齿轮13固定在肩外圈锥齿轮11上，肩右锥齿轮14固定在肩内圈锥齿轮9上，肩内圈锥齿轮9和肩外圈锥齿轮11转动就会带动肩固定架21绕肩内圈锥齿轮9和肩外圈锥齿轮11的轴线运动，即肩固定架21做水平方向的转动。从而带动肘关节B和腕关节C做水平方向的转动。

[0078] 3、当肘内圈传动齿轮35与肘外圈传动齿轮36反向转动时，肘左锥齿轮43与肘右锥齿轮44做同向转动，即肘左传动小齿轮45和肘右传动小齿轮48做同向运动，带动肘固定架28绕肘左传动小齿轮45和肘右传动小齿轮48的轴线做转动，从而带动腕关节C在此方向做转动运动。三个肘左行星齿轮46和三个肘右行星齿轮47在传动中起着调整传动比的作用。

[0079] 4、当肘内圈传动齿轮35与肘外圈传动齿轮36同向转动时，肘左锥齿轮43与肘右锥齿轮44有做反向转动的趋势，但是由于肘左传动小齿轮45和肘右传动小齿轮48与肘固定架28是固定连接的，所以肘左锥齿轮43与肘右锥齿轮44的转动运动不会发生，此时，由于反作用力，并且肘左锥齿轮43与肘外圈传动齿轮36啮合，肘右锥齿轮44与肘内圈传动齿轮35啮合，相当于肘左锥齿轮43固定在肘外圈传动齿轮36上，肘右锥齿轮44固定在肘内圈传动齿轮35上，肘内圈传动齿轮35和肘外圈传动齿轮36转动就会带动肘固定架28绕肘内圈传动齿轮35和肘外圈传动齿轮36的轴线运动，从而带动腕关节C做此方向的转动。

[0080] 5、当腕内圈传动齿轮55与腕外圈传动齿轮56反向转动时，腕左锥齿轮63与腕右锥齿轮64做同向转动，即腕左传动小齿轮65和腕右传动小齿轮68做同向运动，带动腕关节握把69绕腕左传动小齿轮65和腕右传动小齿轮68的轴线做转动，三个腕左行星齿轮66和三个腕右行星齿轮67在传动中起着调整传动比的作用。

[0081] 6、当腕内圈传动齿轮55与腕外圈传动齿轮56同向转动时，腕左锥齿轮63与腕右锥齿轮64有做反向转动的趋势，但是由于腕左传动小齿轮65和腕右传动小齿轮68与腕关节握把69是固定连接的，所以腕左锥齿轮63与腕右锥齿轮64的转动运动不会发生，此时，由于反作用力，并且腕左锥齿轮63与腕外圈传动齿轮56啮合，腕右锥齿轮64与腕内圈传

动齿轮 55 啮合,相当于腕左锥齿轮 63 固定在腕外圈传动齿轮 56 上,腕右锥齿轮 64 固定在腕内圈传动齿轮 55 上,腕内圈传动齿轮 55 和腕外圈传动齿轮 56 转动就会带动腕关节握把 69 绕腕内圈传动齿轮 55 和腕外圈传动齿轮 56 的轴线运动。

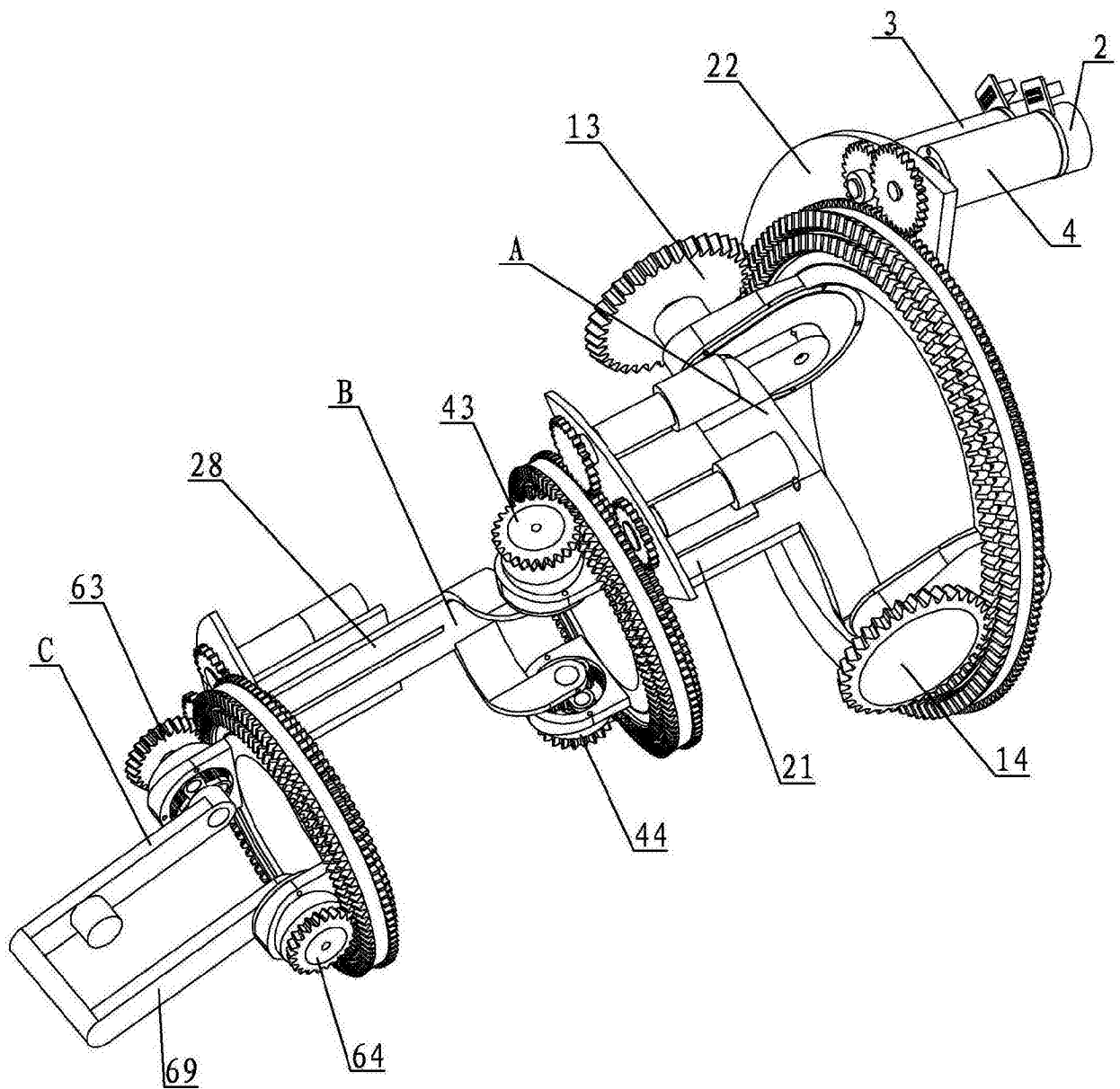


图 1

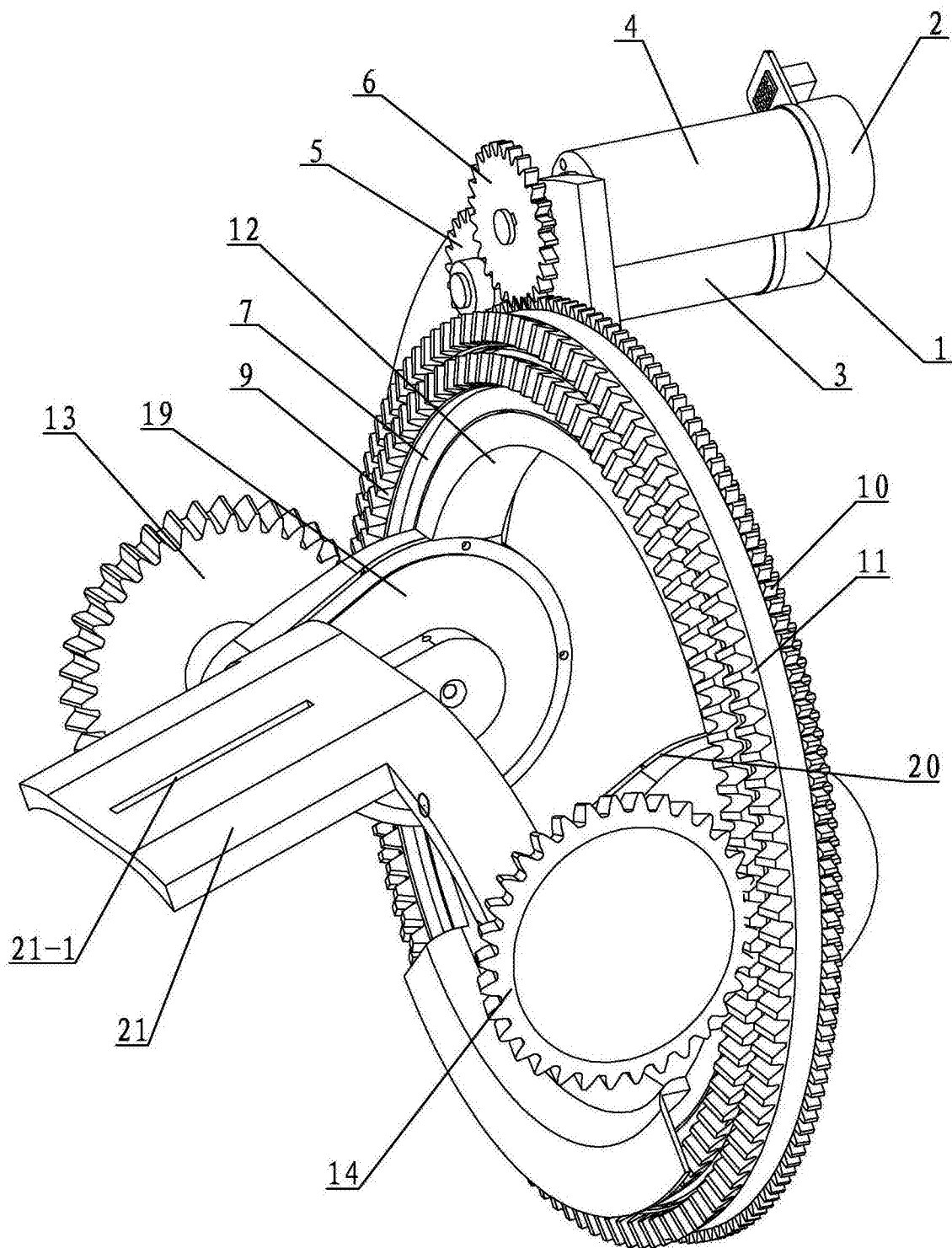


图 2

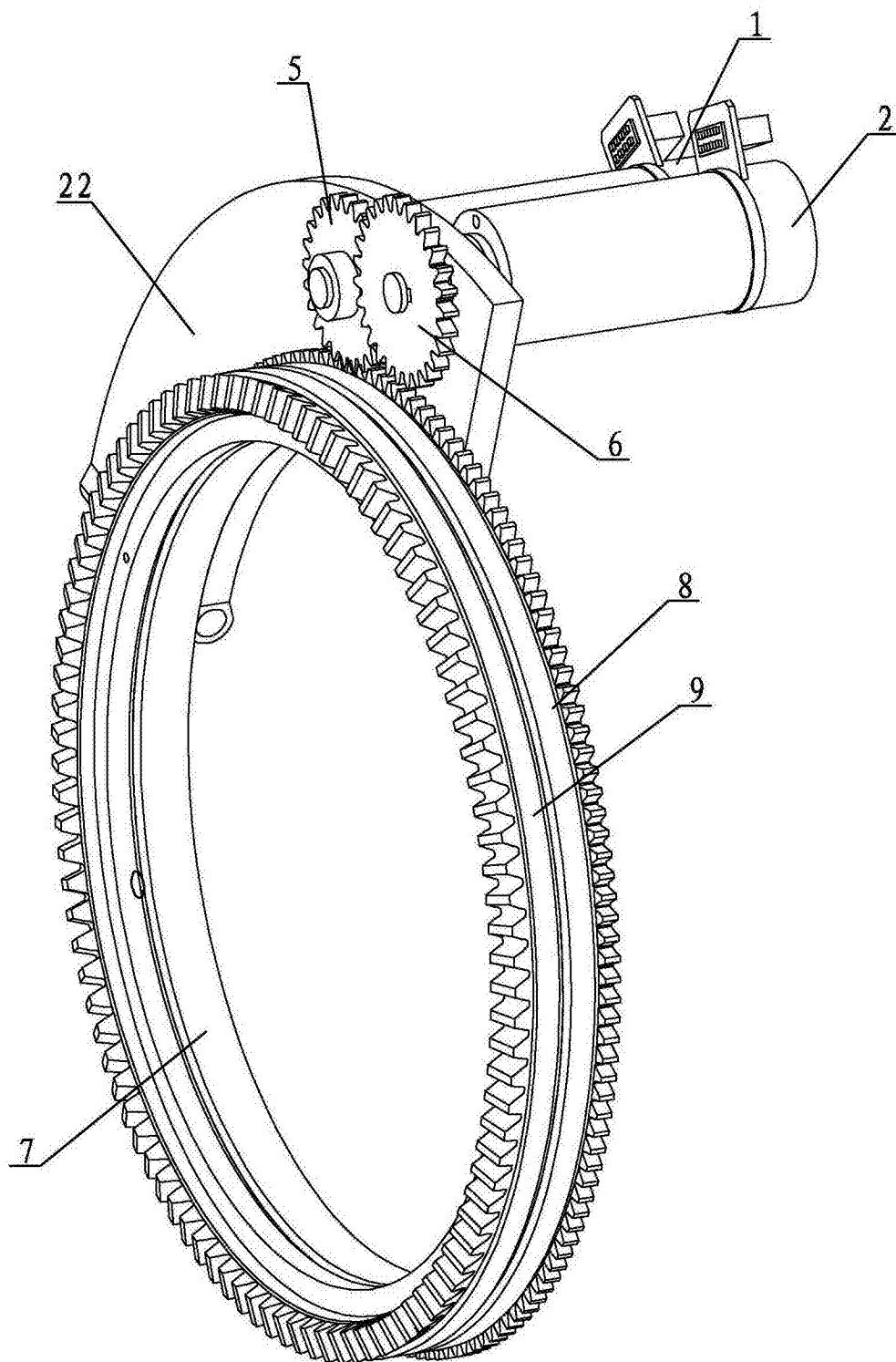


图 3

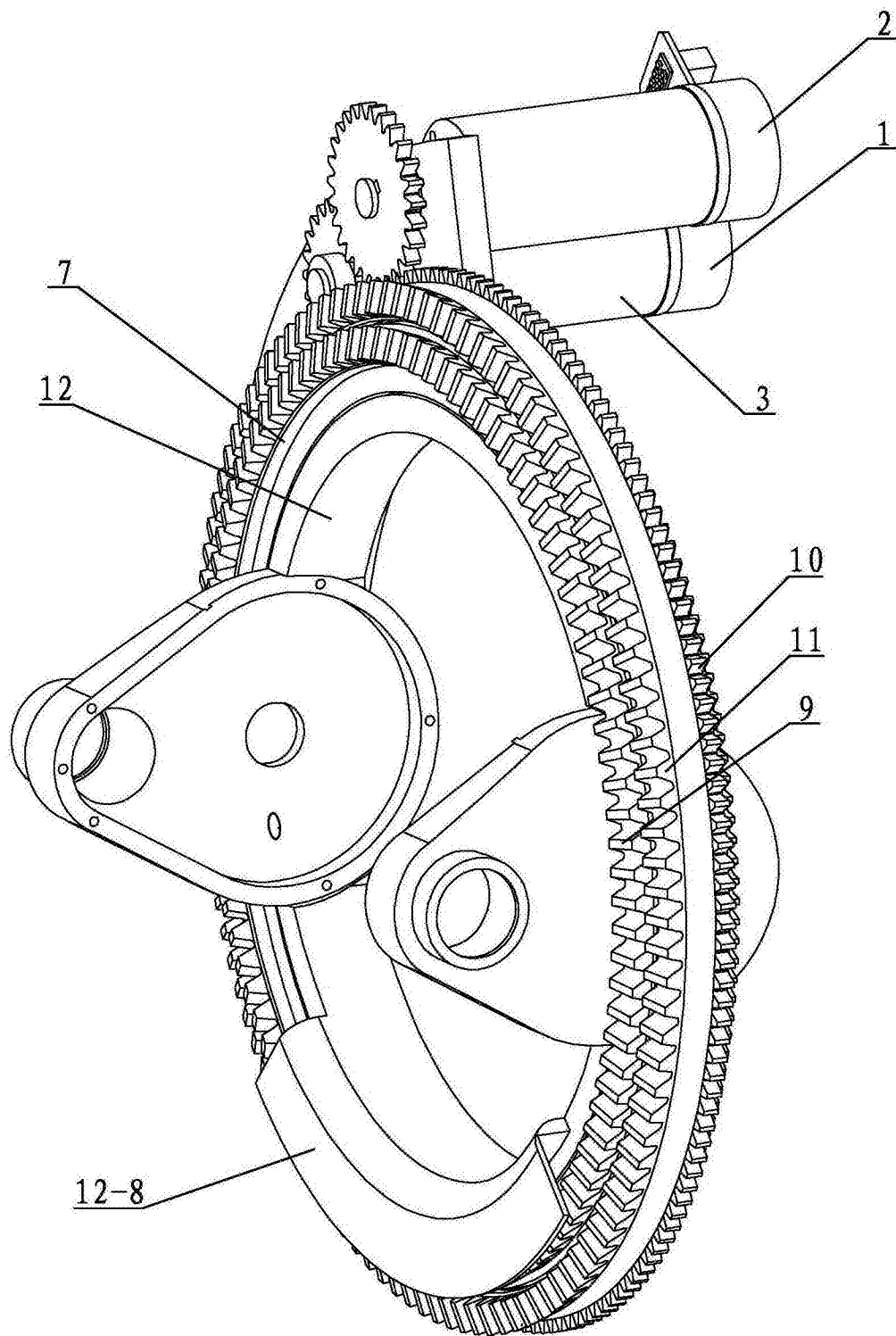


图 4

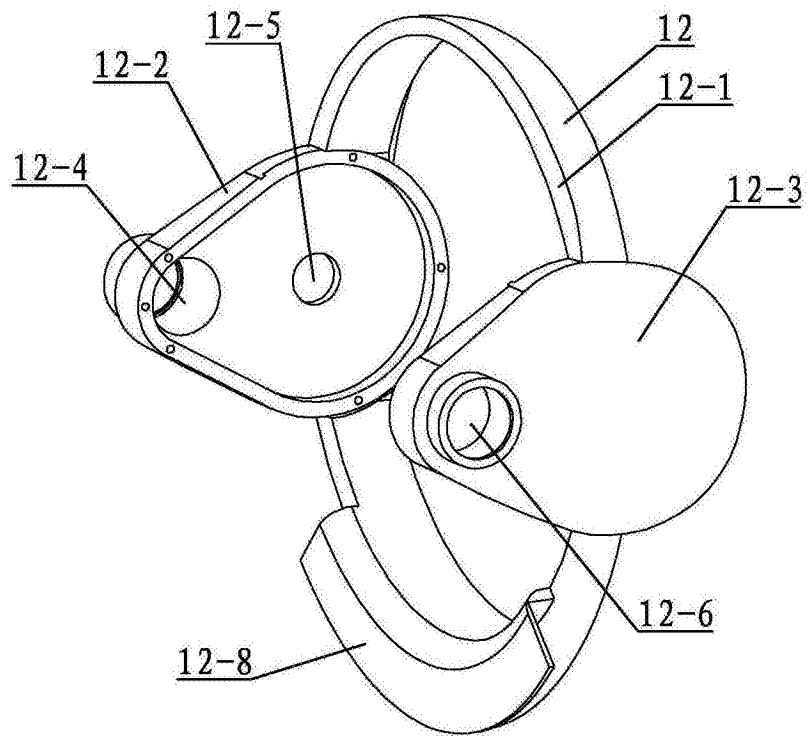


图 5

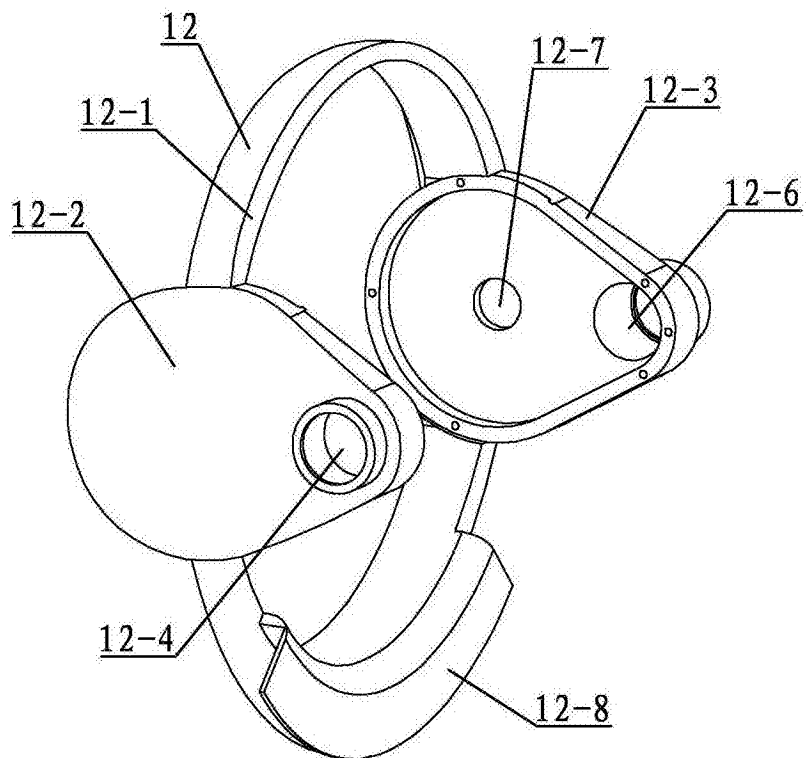


图 6

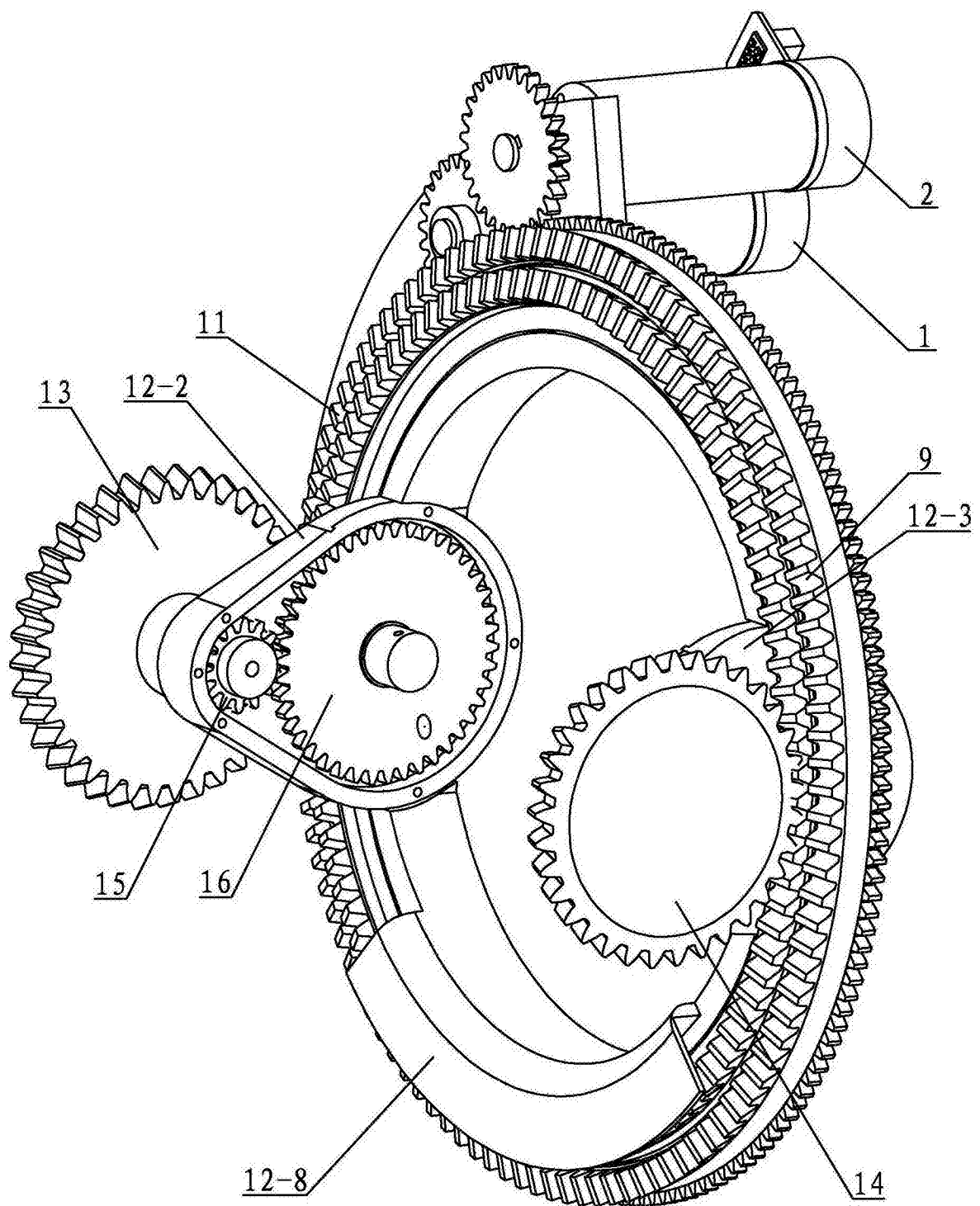


图 7

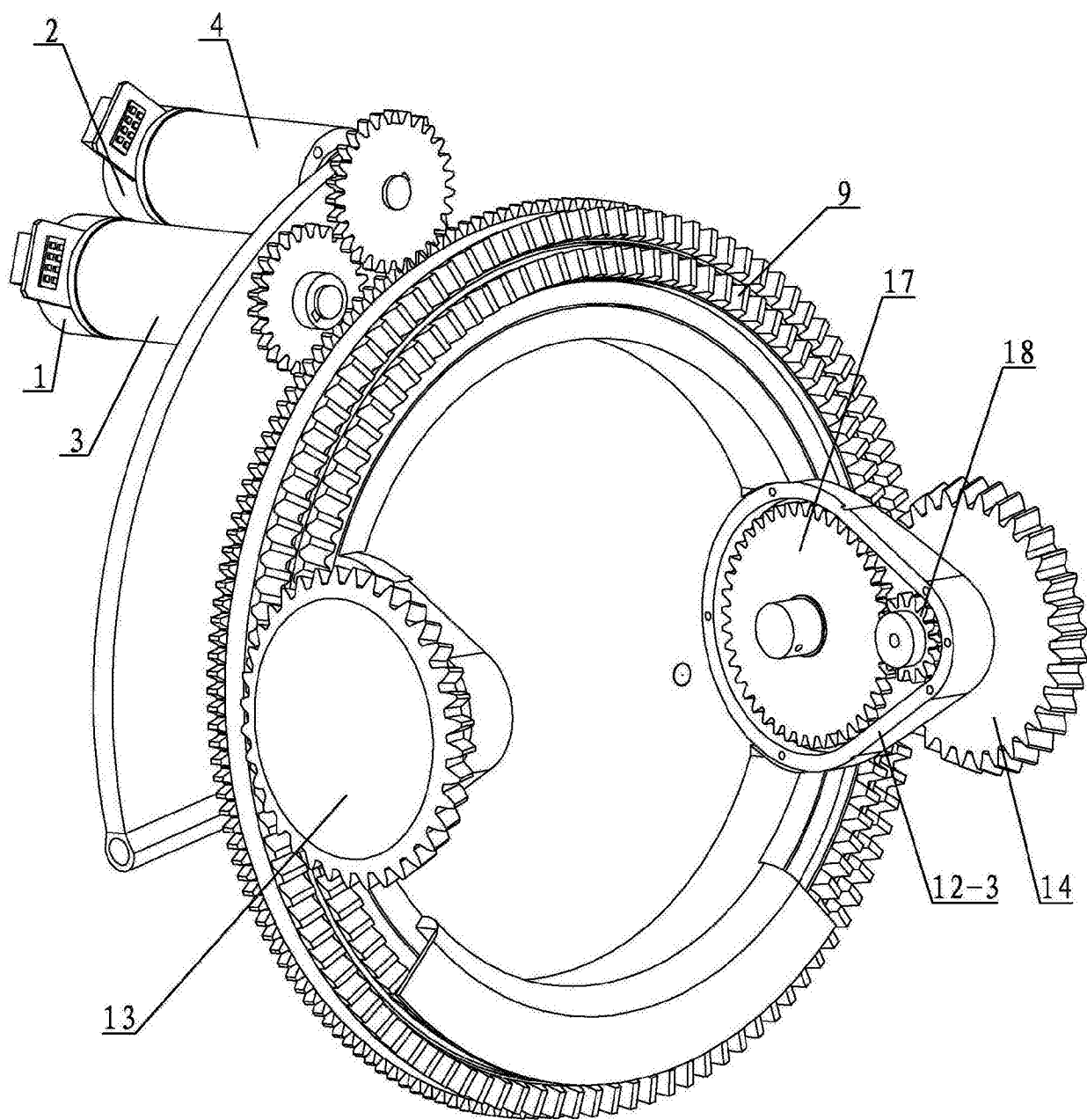


图 8

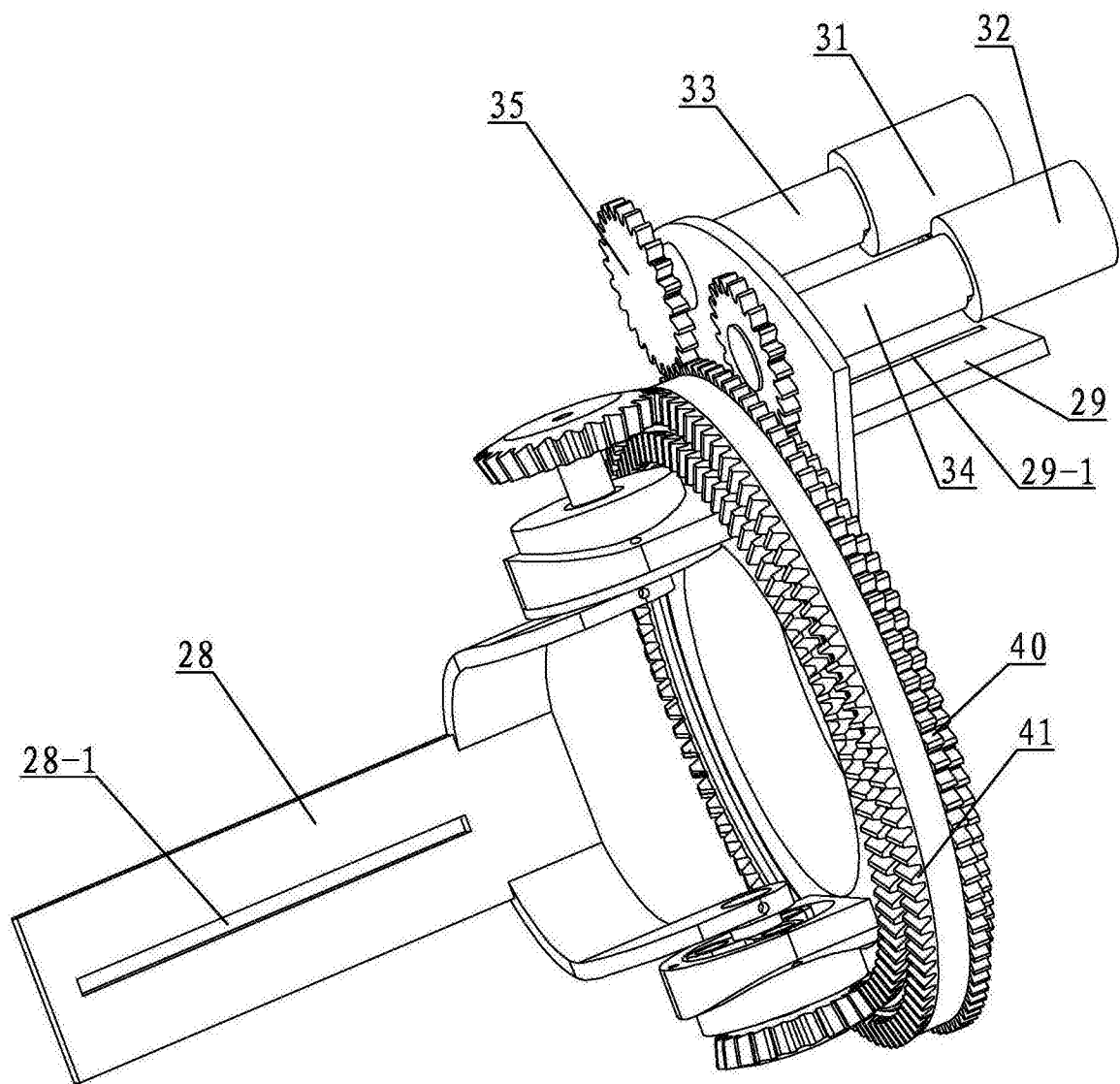


图 9

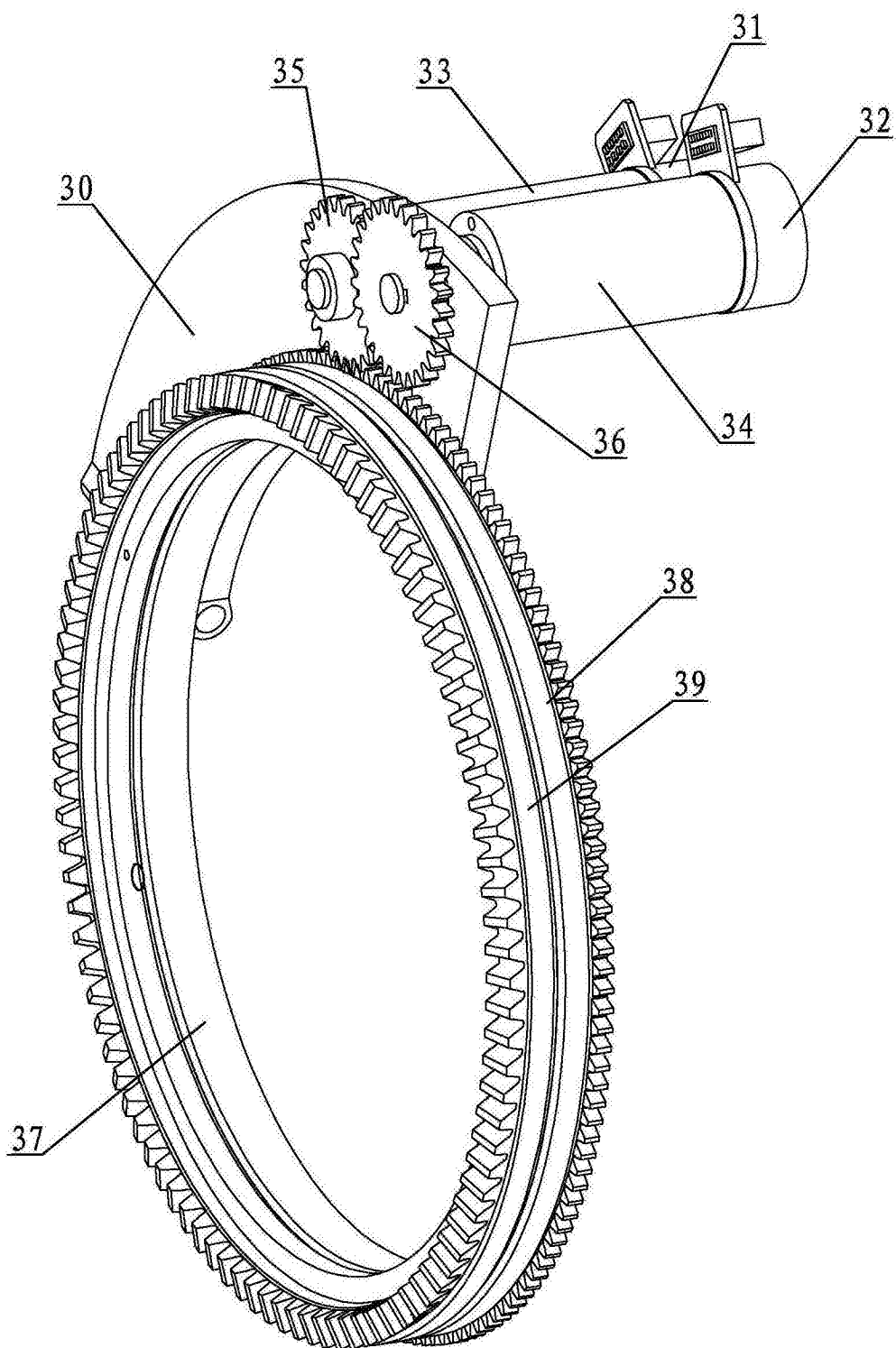


图 10

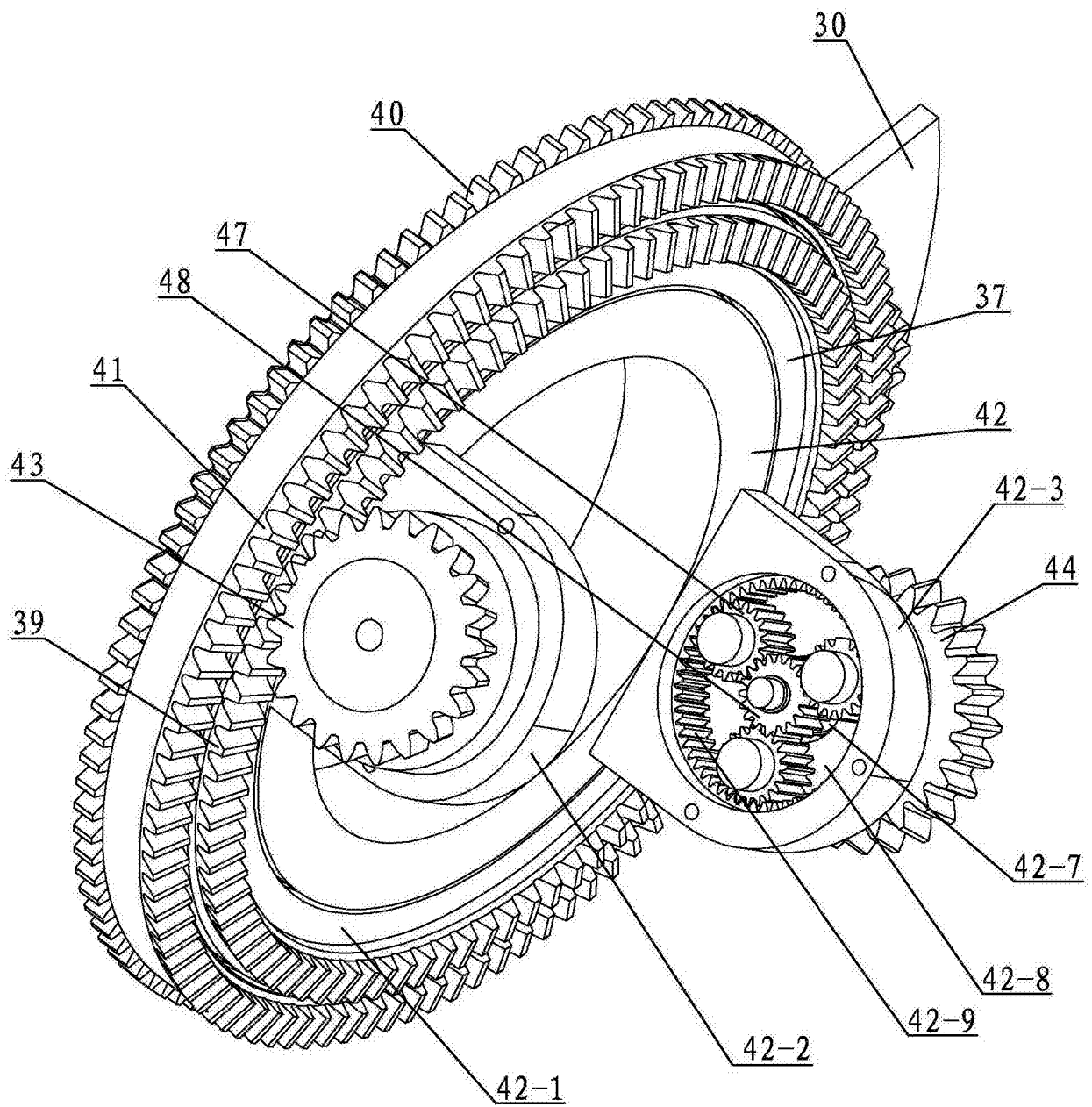


图 12

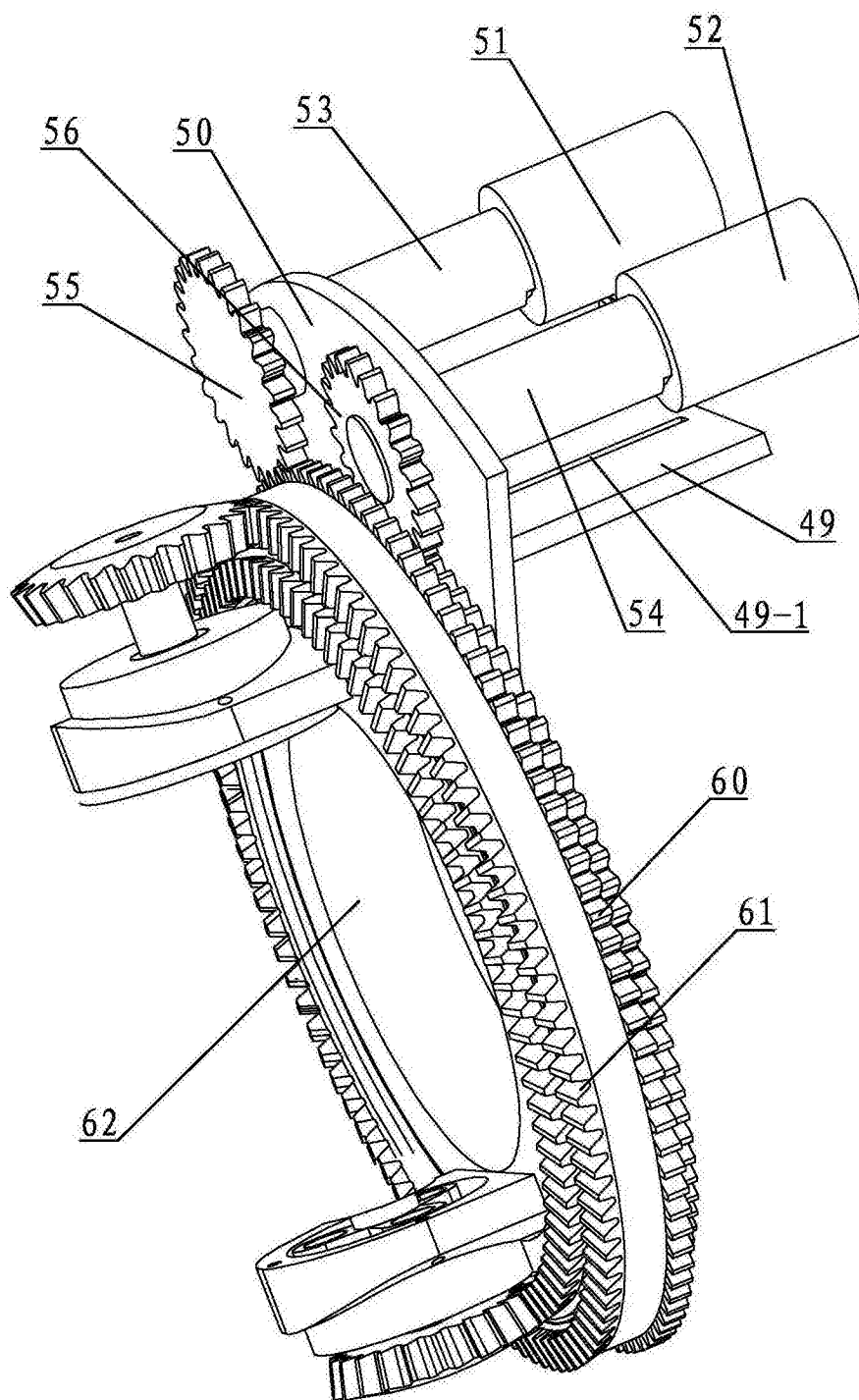


图 14

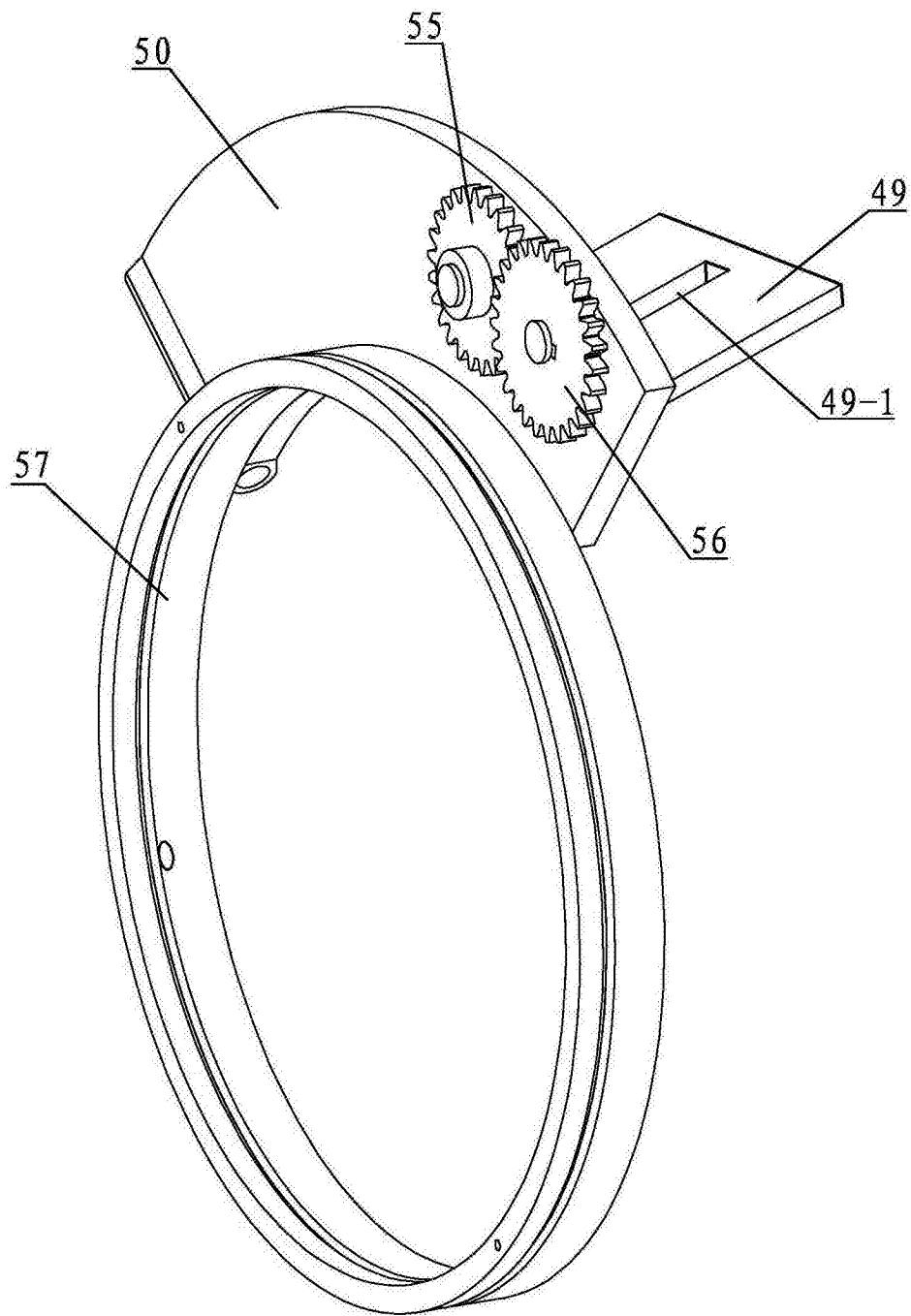


图 15

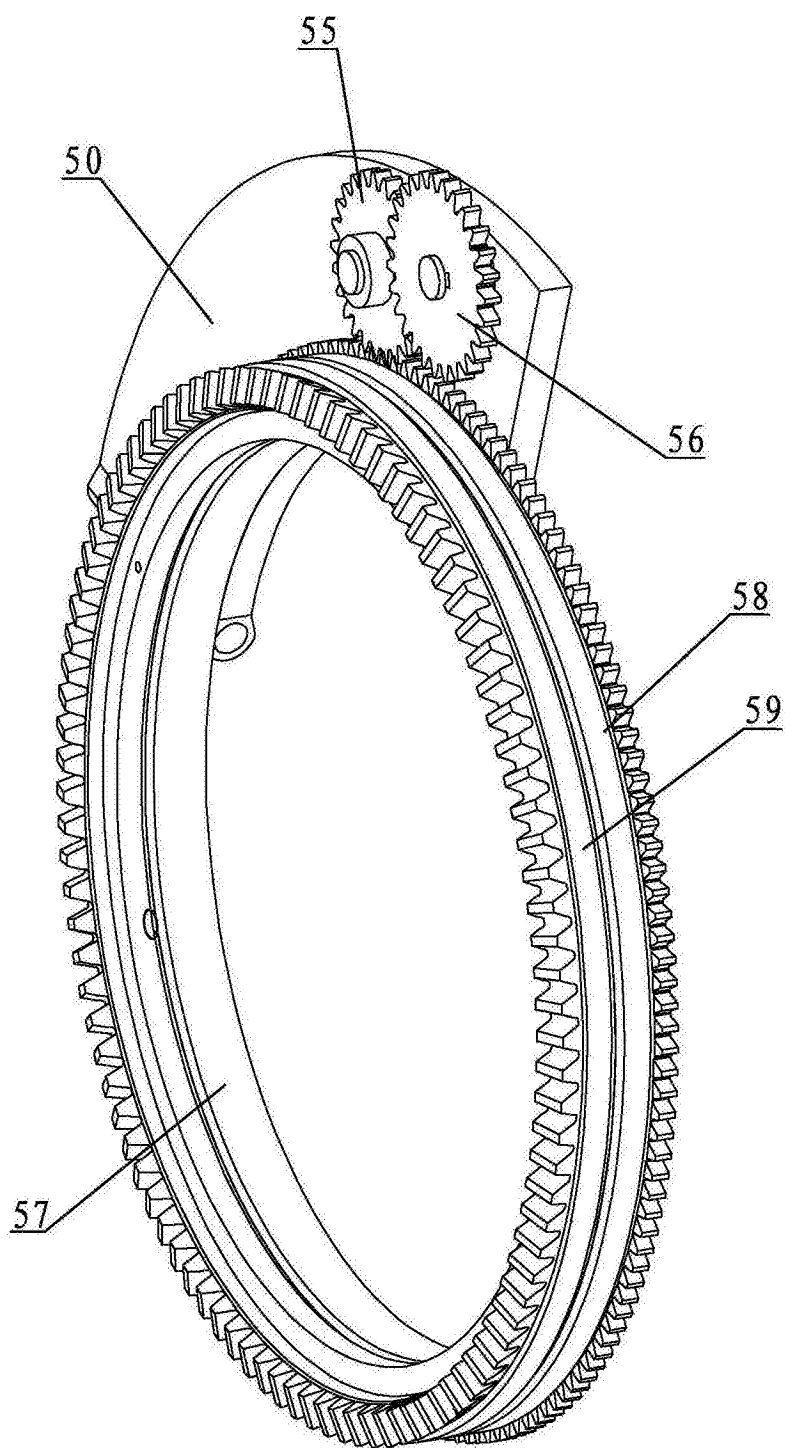


图 16

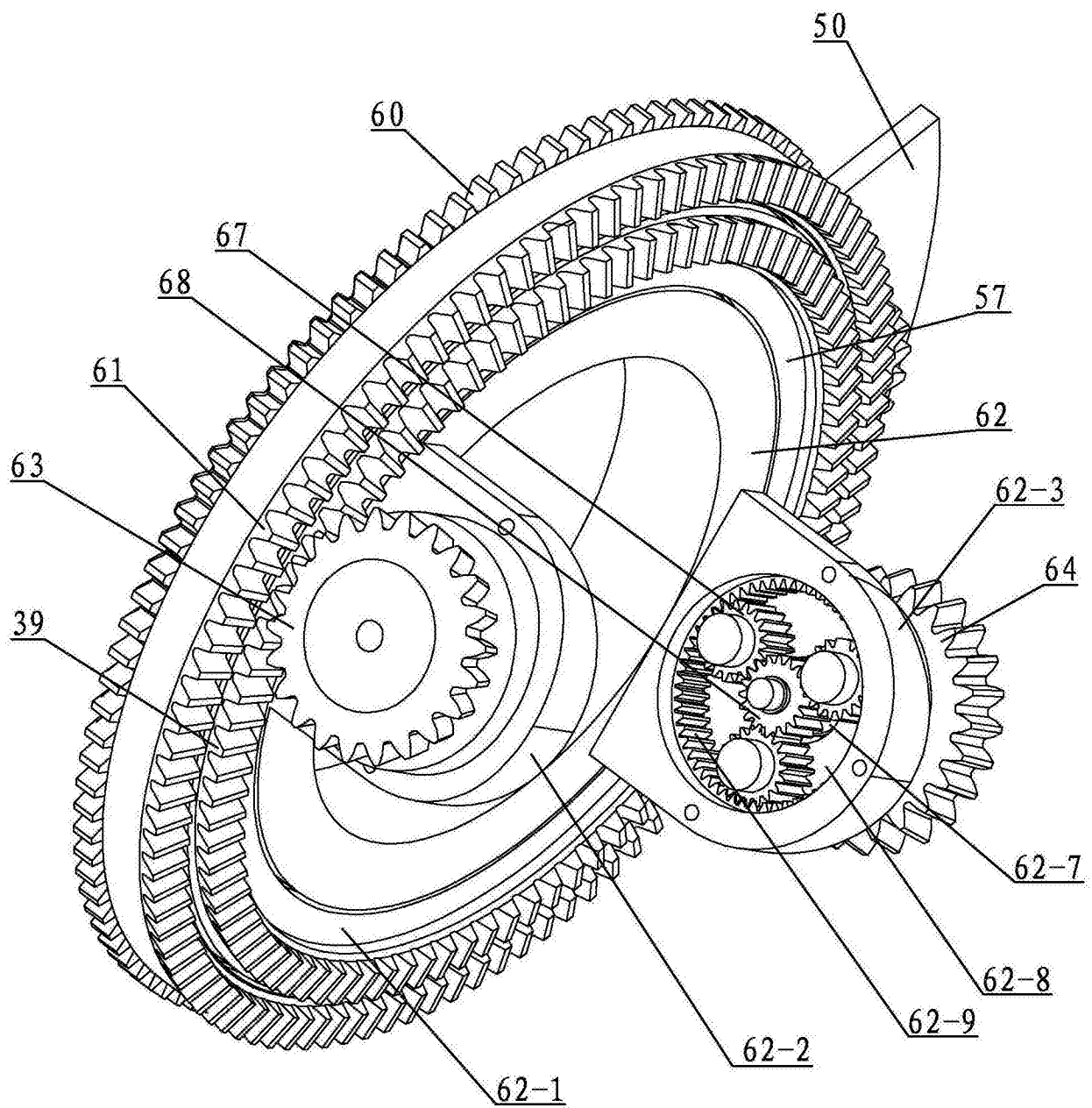


图 18