

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

B25J 11/00

[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 00221018.5

[45]授权公告日 2001年5月30日

[11]授权公告号 CN 2432019Y

[22]申请日 2000.7.10 [24]颁证日 2001.4.19

[73]专利权人 中国科学院合肥智能机械研究所
地址 230031 安徽省合肥市西郊董铺 1130 号信箱

[72]设计人 葛运建 孙怡宁 丁力
高理富 白萍

[21]申请号 00221018.5

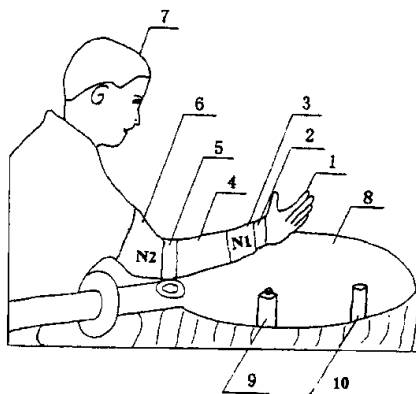
[74]专利代理机构 中国科学院合肥专利事务所
代理人 赵晓薇

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 2 页

[54]实用新型名称 一种测力机器人

[57]摘要

一种检测腕力、臂力的机器人,测力机器人的机械臂腕和肘 N1 和 N2 关节,由直流伺服电机和谐波齿轮减速机械驱动,通过码盘检测关节位置,由腕力和臂力传感器检测机械臂所受到的力,经摄像机选取场景并形成压缩图象,通过机器人和测力者掰手腕比赛的方式,检测测力者的腕力、臂力、爆发力和持久力。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种测力机器人包括受力手掌 (1)、腕测力传感器 (2)、腕减速齿轮和电机 (3)、机械臂 (4)、臂测力传感器 (5)、臂减速齿轮和电机 (6)、人体像 (7)、机械臂支撑平台 (8)、紧急制动手柄 (9)、测力者握把 (10) 其特征在于:

人体像 (7) 采用坐姿, 由硬质塑料压制而成坐落在机械臂支撑平台 (8) 上, 机械臂本体由合金钢材料制造, 外面覆盖软质橡胶皮肤, 机械臂控制连接着二轴驱动控制板, A/D、D/A 数据采集和模拟转换板, 腕力、臂力传感器、驱动和力反馈装置即机械臂减速齿轮和电机 (6) 连接机械臂测力传感器 (5) 通过机械臂 (4) 再连接腕减速齿轮和电机 (3)、机械腕测力传感器 (2) 和受力手掌 (1), 紧急制动手柄 (9) 和测力者握把 (10) 固定在机械臂支撑平台 (8) 上;

在机械臂的腕关节 (2) 处, 放置一台二维力传感器, 用来检测测力者腕部在 X 和 Y 两个方向的力, 在肘关节 (5) 处放置一台一维力传感器, 用来测试测力者的臂力, 腕力传感器 (2)、臂力传感器 (5) 均采用应变式力传感器, 关节 N1 和关节 N2 的驱动电机即腕减速齿轮和电机 (3) 和臂减速齿轮和电机 (6) 均用永磁式无刷直流电机;

机械臂支撑平台 (8) 整体结构和布置基本上与目前掰腕力比赛的专用桌一样, 即台面上有两块放肘关节的圆垫, 其中一个固定在机械臂的肘关节下方, 另一块固定在一个升降可调节的螺纹螺杆机构上, 其高度可通过电动调节和固定, 使身高不同的测力者都可以比较舒适地和机械臂角力, 台面上有供人体像和测力者的另一支手抓握的握把 (10), 在测力者的握把 (10) 上带有启动和停止开关, 在测力者的非施力手的抓握手柄上和操作员处同时设置紧急制动手柄 (9), 不但可通过控制装置使测力机器人停止运动, 而且可以切断动力电源, 形成双重保险;

N1 和 N2 关节驱动电机均有限位设置, 确保腕关节转动左右不超过 60° , 肘关节转动左右不超过 175° , 在桌面位置, 敷设海绵软垫以保证在万一情况下, 测力者也不会受到伤害。

说明书

一种测力机器人

本实用新型涉及一种测力的机器人，特别涉及一种测量腕力、臂力的机器人。

背景技术：目前国内如天津、嘉定两地科技馆的测力装置大致有二类：

- ① 一个施力手柄+连杆机构+弹簧+指针的测力盘，其优点是结构简单造价低，可以粗略地得到人的臂力值大小，缺点是测试精度低，没有趣味性，在天津科技馆基本没见到有观众动手测力。
- ② 通过运动一个手柄和连杆机构，将水装入水箱，当水箱中的水满到一定程度，可以启动发电机发电，它的优点是有一定的趣味性，参与者可达到一定的运动量，缺点是没有定量的测试，参与者参与后一笑了之。

2. 国内科技馆中的机械手在天津、嘉定的科技馆都有机械手的简单模型，但基本上是连杆机构，可由参与者操纵作夹持和移动目标物体的工作。

本实用新型的目的是研制一种检测腕力、臂力的机器人，通过机器人和测力者掰手腕比赛的方式，检测测力者的腕力、臂力、爆发力和持久力。

本实用新型的技术内容是：一种测力机器人包括受力手掌（1）、腕测力传感器（2）、腕减速齿轮和电机（3）、机械臂（4）、臂测力传感器（5）、臂减速齿轮和电机（6）、人体像（7）、机械臂支撑平台（8）、紧急制动手柄（9）测力者握把（10）其特征在于：

人体像（7）采用坐姿，由硬质塑料压制而成坐落在机械臂支撑平台（8）上，机械臂本体由合金钢材料制造，外面覆盖软质橡胶皮肤，机臂控制连接着二轴驱动控制板，A/D、D/A 数据采集和模拟转换板，腕力、臂力传感器、驱动和力反馈装置即机械臂减速齿轮和电机（6）连接机械臂测力传感器（5）通过机械臂（4）再连接腕减速齿轮和电机（3）、机械腕测力传感器（2）和受力手掌（1），紧急制动手柄（9）和测力者握把（10）固定在机械臂支撑平台（8）上；

在机械臂的腕关节 2 处，放置一台二维力传感器，用来检测测力者腕部在 X 和 Y 两个方向的力，在肘关节 N2 处放置一台一维力传感器，用来测试测力者的臂力，腕力、臂力传感器均采用应变式力传感器，关节 N1 和关节 N2 的驱动电机均拟选用永磁式无刷直流电机；

支撑平台整体结构和布置基本上与目前掰腕力比赛的专用桌一

说 明 书

样，即面上有两块放肘关节的圆垫，其中一个固定在机械臂的肘关节下方，另一块固定在一个升降可调节的螺纹螺杆机构上，其高度可通过电动调节和固定，使身高不同的测力者都可以比较舒适地和机械臂角力，台面上有供人体像和测力者的另一支手抓握的握把，在测力者的握把（10）上带有启动和停止开关，紧急制动手柄（9）可由测力者和管理人员操作；

N1 和 N2 关节驱动电机均有限位设置，确保腕关节转动左右不超过 60° ，肘关节转动左右不超过 175° ，在桌面适当位置，敷设海绵软垫以保证在万一情况下，测力者也不会受到伤害，主臂前端手掌及所有传输部件全部用合金钢制造，设计时取安全系数 3~5 倍，以保证有足够的抗过载能力；

测力机器人的机械臂腕和肘 N1 和 N2 关节，由直流伺服电机和谐波齿轮减速机械驱动，通过码盘检测关节位置，由腕力和臂力传感器检测机械臂所受到的力，通过摄像机选取场景并形成压缩图象。

本实用新型的有益效果是：

1. 该机器人由二关节机械臂、支撑平台、传感器、安全防护组成，它涉及机器人结构、机器人控制、机器人内部和外部传感器、机器人视觉等多种当代科技前沿的基本知识。特别是测力机器人还引入了力觉反馈，它涉及当前热门学科：虚拟现实中的力觉临场感技术，是目前国内外一般机械手都不具有的技术。

2. 测力者和机器人进行掰腕力比赛有胜、有负、有相持、有反复，有和真人掰腕子的感觉，可增强其竞争意识。在比赛过程中有灯光和音响烘托比赛效果，增加青少年参与活动的兴趣。摄像机将比赛过程的图像记录下来，赛后可根据测力者的要求输出图片，给测力者留下永久的纪念，也使科技馆方面有一定的经济收益。

附图说明：

图 1 是测力机器人的测力结构示意图。

图 2 是测力机器人的机械臂支撑平台示意图。

下面结合附图对本实用新型进行详细说明：

图 1 是测力机器人的测力结构示意图。为了使比赛更具有真实感，从机械臂的肘关节向上引出一个模拟人的机械臂和人体像，人体像采用坐姿，由硬质塑料压制或木质做成。

机械臂外形尺寸为：主臂：20~25cm，手掌：6~8cm。机械臂本体由合金钢材料制造，外面覆盖软质橡胶皮肤。

机械臂有二个关节(肘关节、腕关节)，包括驱动和控制装置，腕

说 明 书

力和臂力传感器。它的肘部关节固定在支撑平台上，和人体像 7 伸出的大臂相连，机械臂用木质或塑料作成类似人的手和臂的外壳。

根据测力者本身和其在赛前选定测力机器人的等级，测力者可能掰倒机器人，也可能被机器人掰倒，在比赛中还可能有相持和反复的过程出现。比赛结束，可给出测力者比赛中的发力过程曲线，并具体给出测力者的腕力和臂力的最大值，以及爆发力（最大冲力）和持久力等分析结果。

测力机器人分以下五个等级：

神力：最大臂力 1000 牛顿

超人：最大臂力 700 牛顿

力士：最大臂力 500 牛顿

壮汉：最大臂力 300 牛顿

小鬼：最大臂力 100 牛顿

机械臂受力分析：

M_p 和 F_p 为被测者施加于手爪上的力和力矩，考虑到其二自由度的特点，设该力和力矩为作用合力和合力矩被分解在各自由度上的分量。

则通过分解关节 1 可得到：

$$F_1' = F_1 = F_p,$$

$$F_2 = F_1' = F_1 = F_p$$

因此：

$$M_1 = M_p + L F_p,$$

$$M_2 = F_p (L_1 + L) + M_p$$

伺服驱动和传动机构：在关节 N1、关节 N2 旁安装的力敏传感器 2 和 5，以感知 M_p 和 F_p 。据此调节直流伺服电机的转矩。设最大臂力为 100kg，则肘关节最大作用力矩为 $30\text{cm} \times 100\text{kg} = 294\text{N} \cdot \text{m}$ 。拟定减速箱传动比为 30:1，则电机最大输出力矩应为 10N·m 左右。

关节 N1 和关节 N2 的驱动电机均选用永磁式无刷直流电机，这种电机优点是起动力矩大、电机常数大、响应速度快、调速范围广。如日本 SEICO 和美国 Motrenetics 联合研制的 RS 系列高转矩电机，它还装配有放大装置及速度传感器。

驱动控制与力反馈控制：速度传感器一般采用绝对量光学码盘，在测力者接触开始阶段检测转子位移量得到速度，通过 D/A 转换提供相应电压，以驱动电机来抵抗测力者施加的作用力。

说 明 书

在相持阶段根据测力者预先选定的力等级，实时检测肘、腕关节传感器的输出，在机械臂的腕关节处，放置一台二维力传感器，用来检测测力者腕部在 X 和 Y 两个方向的力，在肘关节处放置一台一维力传感器，用来测试测力者的臂力。腕力、臂力传感器均采用应变式力传感器。

两级关节驱动电机均有限位设置，确保腕关节转动左右不超过 60°，肘关节转动左右不超过 175°。同时设置两个制动开关，开关有两个功能，既可做为电机启动开关，又可做为电机制动开关。

测力机器人占用空间：2m(W)×3m(L)×2.3m(H)

围观者占用面积：1m(W)×3m(L)

在测力者接触开始阶段检测转子位移量得到速度，通过 D/A 转换提供相应电压，以驱动电机来抵抗测力者施加的作用力。在相持阶段根据测力者预先选定的力等级，实时检测肘、腕关节传感器的输出，并综合速度传感器输出和手臂与测力者肘部圆垫的相对位置，通过综合算法，得出合适的驱动电压来驱动电机运转，达到与外力抗衡或胜过或负于被测者的预定目标。

图 2 是测力机器人的机械臂支撑平台示意图。支撑平台整体结构和布置基本上与目前掰腕力比赛的专用桌一样，即台面上有两块放肘关节的圆垫，其中一个固定在机械臂的肘关节下方，另一块固定在一个升降可调节的螺纹螺杆机构上，其高度可通过电动调节和固定，使身高不同的测力者都可以比较舒适地和机械臂角力。台面上还有两个供人体像和测力者的另一支手抓握的握把 10，在测力者的握把 10 上带有启动和停止开关。机械臂支撑平台 8 下方留有一定的空间，安放驱动控制装置。支撑平台的台脚通过螺栓和地面固定；

供测力者坐的座椅采用高度可升降的高脚椅，可通过手动或电动调节，以方便不同身材的测力者就座。

为了防止出现意外情况危害测力者的人身安全，机械手除了限定手臂的活动范围和运动速度外，在测力者的非施力手的抓握手柄上和操作员处同时设置紧急制动手柄 9，不但可通过控制装置使测力机器人停止运动，而且可以切断动力电源，形成双重保险。另外，在桌面适当位置，敷设海绵软垫以保证在万一情况下，测力者也不会受到伤害。主臂前端手掌及所有传输部件全部用合金钢制造，设计时取安全系数 3~5 倍，以保证有足够的抗过载能力。

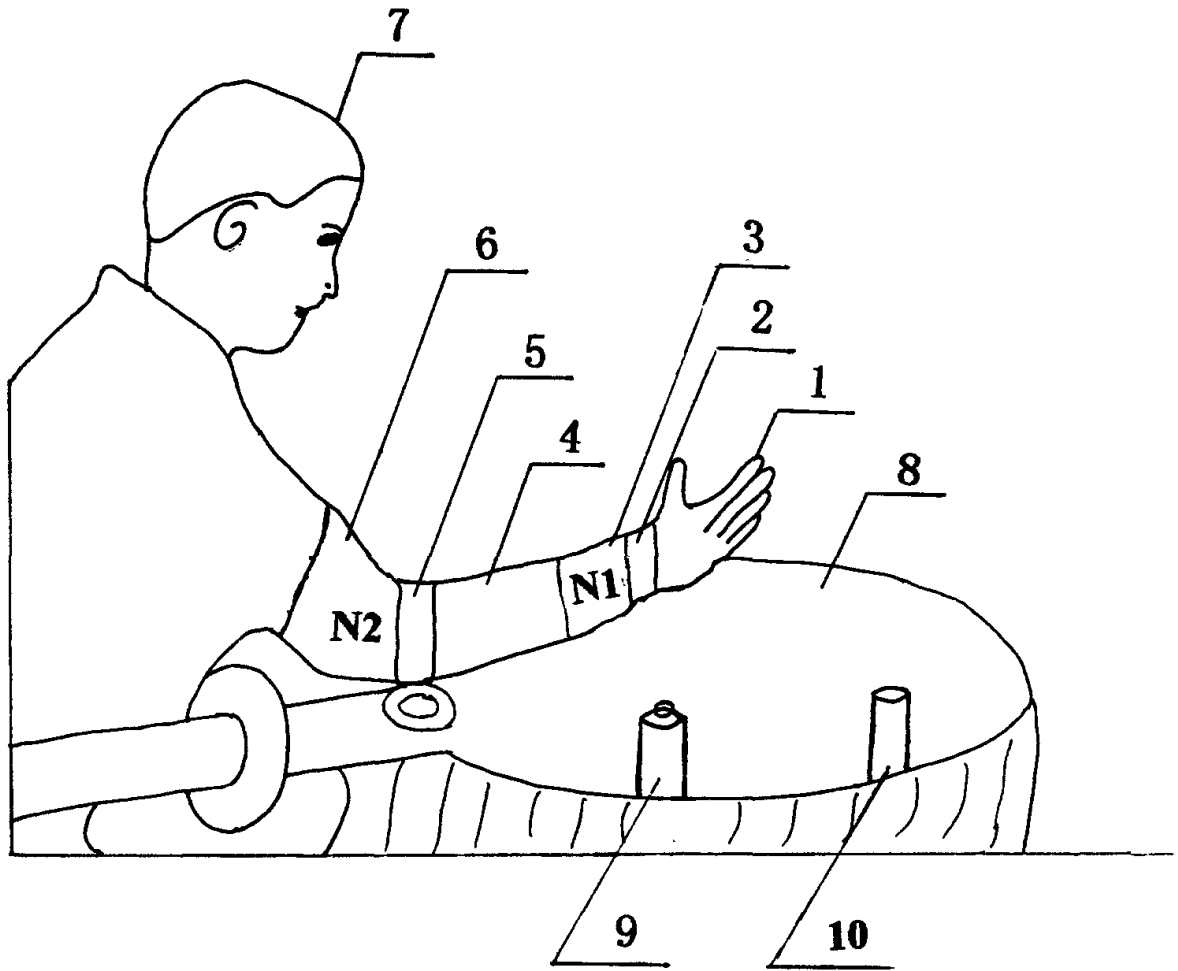


图 1

说明书附图

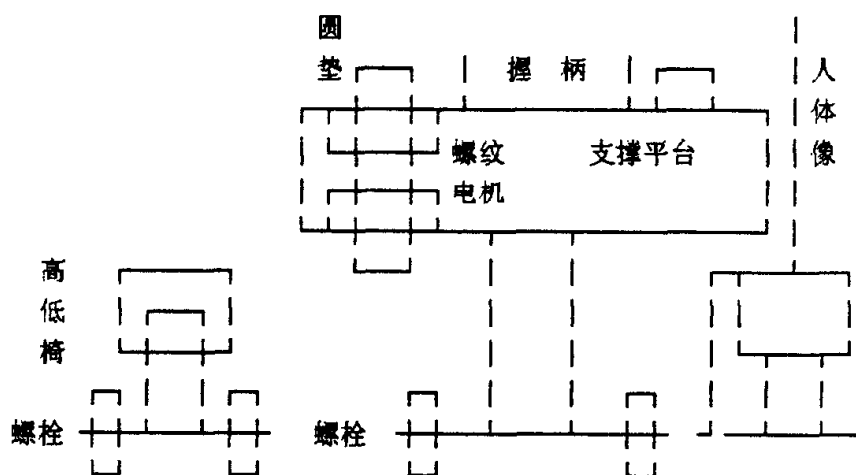


图 2