(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115814372 A
(43)申请公布日 2023.03.21

(21)申请号 202211386396.9

(22)申请日 2022.11.07

(71)申请人 上海工程技术大学
地址 201620 上海市松江区龙腾路333号

(72)发明人 杭鲁滨 康开东 张佳乐 黄晓波 冷海龙 殷传硕 陈哲 张寅五 秦鹏程 谢宇航 侯江梅 沈帅 张梓扬 迟永琳

(74)专利代理机构 上海唯智赢专利代理事务所(普通合伙) 31293
专利代理师 姜晓艳

(51)Int.Cl.
A63B 69/00(2006.01)
A63B 71/06(2006.01)

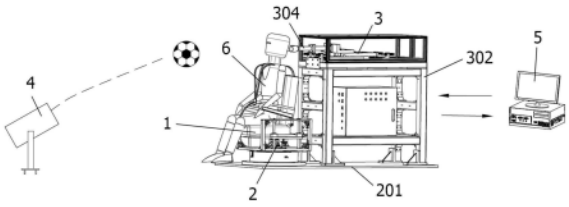
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置

(57)摘要

本发明属于运动训练装置的技术领域，公开了一种面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置，包括座椅，所述座椅用于承载训练者，其坐垫底面连接有位姿调整机构，在其上方设置有推力施加机构，在其侧方设置有发球机构，所述位姿调整机构、推力施加机构和发球机构通过各自的驱动模块与处理器连接；所述处理器通过各个驱动模块控制发球机构向座椅的上方发射足球，控制位姿调整机构调整训练者头部的旋转角度和升降高度，以配合足球的位置，控制推力施加机构平推训练者的头部运动，完成头球训练。



CN 115814372 A

1.一种面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置,其特征在于:包括座椅,所述座椅用于承载训练者,其坐垫底面连接有位姿调整机构,在其上方设置有推力施加机构,在其侧方设置有发球机构,所述位姿调整机构、推力施加机构和发球机构通过各自的驱动模块与处理器连接;

所述处理器通过各个驱动模块控制发球机构向座椅的上方发射足球,控制位姿调整机构调整训练者头部的旋转角度和升降高度,以配合足球的位置,控制推力施加机构平推训练者的头部运动,完成头球训练。

2.根据权利要求1所述的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置,其特征在于:所述位姿调整机构的旋转中心与训练者的颈部中心重合,记为Z轴方向,所述推力施加机构产生的力方向与Z轴方向垂直,记为X轴方向,

所述位姿调整机构包括基板,在所述基板上设置有旋转平台,所述旋转平台通过传递机构与升降机构连接,所述升降机构连接至座椅的坐垫底面,所述升降机构用于带动训练者的头部沿Z轴方向移动,所述旋转平台用于带动训练者的头部绕Z轴方向转动,所述传递机构用于传递旋转平台的扭矩至升降机构和座椅,并将推力施加机构的推力传递至训练者的头部、基板上。

3.根据权利要求2所述的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置,其特征在于:所述传递机构包括T形连接盘,所述T形连接盘包括竖直部和水平部,所述水平部上设置有升降机构,所述升降机构的升降端通过连接板与座椅的坐垫底面连接,所述连接板的周边间隔设置有多个直线轴承,每个直线轴承套装在对应的导向柱上,每个所述导向柱的两端分别固定设置框架的顶部和底部上,其轴向与Z轴方向平行,

所述底板连接在水平部的顶面上,所述竖直部的底面固定连接至旋转平台上,两者之间有间隙,所述竖直部嵌套连接在回转支撑轴承的内圈里,所述回转支撑轴承的外圈与轴承座配合连接,所述轴承座设置在基板上,所述回转支撑轴承的内圈、T形连接盘的水平部和框架的底板固定连接在一起。

4.根据权利要求3所述的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置,其特征在于:所述升降机构采用丝杆升降机结构,所述竖直部的中心设置有贯穿水平部的竖直通道,所述旋转平台采用中空结构设计,所述丝杆升降机的丝杆部贯穿竖直通道延伸至旋转平台的中空结构,它们之间不接触,其电机部设置在水平部上。

5.根据权利要求1所述的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置,其特征在于:所述推力施加机构包括设置在固定支架上的直线电机模组,所述直线电机模组的动子通过承重板与推爪的一端连接,所述推爪的自由端朝向训练者的头部设置,所述直线电机模组用于带动推爪沿X轴运动,进而推动训练者的头部向足球运动,其定子设置在固定支架上,在其导轨的侧方、沿推爪的运动方向设置有光电式行程开关,

在所述承重板的前后方各设置有多个缓冲器,所有缓冲器均设置在承重板的运动路径上,用于缓冲承重板的运动,所述光电式行程开关用于限定承重板及其上推爪的运动距离;

在所述固定支架上设置有防撞块,所述防撞块设置在承重板前进的路径上,用于阻止承重板继续向前运动。

6.根据权利要求5所述的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置,其特征在于:所述推爪的自由端设置有弧形卡爪,所述弧形卡爪与训练者的头部配合。

7.根据权利要求2所述的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置，其特征在于：所述座椅的坐垫的一侧通过转轴与背垫的一侧连接，所述转轴的一端与电动机的输出轴连接，所述电动机用于通过转轴带动背垫转动，从而调整背垫和坐垫之间的夹角，以使训练者的颈部中心和推力施加机构产生的力方向垂直，适用不同体型训练者的训练需求。

8.根据权利要求1所述的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置，其特征在于：所述处理器通过上位机接收训练参数设置，根据训练参数计算发球机构所需的发球角度和发球速度、位姿调整机构所需的旋转角度和升降高度以及推力施加机构的推力大小和速度，进而先通过发球机构执行发球，再通过位姿调整机构执行头部位姿调整，最后通过推力施加机构平推训练者头部，重复上述过程，实现头球训练。

一种面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置

技术领域

[0001] 本发明属于运动训练装置的技术领域，具体涉及一种面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置。

背景技术

[0002] 头顶球是足球技术内容中一项具有特色的技术，在高点获得运动的足球，运用头部完成传球，争顶或射门的击球技术动作，在其过程中，颈部肌肉积极牵引胸、背肌作功，使肌体发挥最大功能，以达到理想运度，而且颈部肌肉力量强，就能使头部位置得到及时调整，使动作完成的更加迅速、准确的效果。

[0003] 在足球头顶球的教学训练中，大部分头顶球训练都只有对头顶球技术的基本运动练习，在训练当中进行互抛互顶的头顶球训练，只是重于体验，没有对运动员产生深刻的印象，对于在实战中运用的要求还不够深刻，使得新晋足球运动员对头顶球的用法一知半解。目前足球运动员头顶部肌肉训练通过发球进行头顶球，但没有良好的本体感觉熟悉赛场上动态环境，难以实现在头顶球动作技术上的突破。

发明内容

[0004] 本发明提供一种面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置，根据颈部肌肉训练的目的不同，满足针对头顶球技术颈部最大肌力训练、肌肉耐力训练及爆发力训练等多元化颈部肌肉训练的需求，是一种能训练头颈部肌肉力量和综合顶球能力，将头颈部加速度状态参数化的设备意义重大，解决了现有技术中只能进行人工抛球、顶球训练，没有良好的本体感觉熟悉赛场上动态环境，训练效果差等技术问题。

[0005] 本发明可通过以下技术方案实现：

[0006] 一种面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置，包括座椅，所述座椅用于承载训练者，其坐垫底面连接有位姿调整机构，在其上方设置有推力施加机构，在其侧方设置有发球机构，所述位姿调整机构、推力施加机构和发球机构通过各自的驱动模块与处理器连接；

[0007] 所述处理器通过各个驱动模块控制发球机构向座椅的上方发射足球，控制位姿调整机构调整训练者头部的旋转角度和升降高度，以配合足球的位置，控制推力施加机构平推训练者的头部运动，完成头球训练。

[0008] 进一步，所述位姿调整机构的旋转中心与训练者的颈部中心重合，记为Z轴方向，所述推力施加机构产生的力方向与Z轴方向垂直，记为X轴方向，

[0009] 所述位姿调整机构包括基板，在所述基板上设置有旋转平台，所述旋转平台通过传递机构与升降机构连接，所述升降机构连接至座椅的坐垫底面，所述升降机构用于带动训练者的头部沿Z轴方向移动，所述旋转平台用于带动训练者的头部绕Z轴方向转动，所述传递机构用于传递旋转平台的扭矩至升降机构和座椅，并将推力施加机构的推力传递至训练者的头部和基板上。

[0010] 进一步，所述传递机构包括T形连接盘，所述T形连接盘包括竖直部和水平部，所述水平部上设置有升降机构，所述升降机构的升降端通过连接板与座椅的坐垫底面连接，所述连接板的周边间隔设置有多个直线轴承，每个直线轴承套装在对应的导向柱上，每个所述导向柱的一端均固定设置框架的底板上，其轴向与Z轴方向平行，

[0011] 所述底板连接在水平部的顶面上，所述竖直部的底面固定连接至旋转平台上，两者之间有间隙，所述竖直部嵌套连接在回转支撑轴承的内圈里，所述回转支撑轴承的外圈与轴承座配合连接，所述轴承座设置在基板上，所述回转支撑轴承的内圈、T形连接盘的水平部和框架的底板固定连接在一起。

[0012] 进一步，所述升降机构采用丝杆升降机结构，所述竖直部的中心设置有贯穿水平部的竖直通道，所述旋转平台采用中空结构设计，所述丝杆升降机的丝杆部贯穿竖直通道延伸至旋转平台的中空结构，它们之间不接触，其电机部设置在水平部上。

[0013] 进一步，所述推力施加机构包括设置在固定支架上的直线电机模组，所述直线电机模组的动子通过承重板与推爪的一端连接，所述推爪的自由端朝向训练者的头部设置，所述直线电机模组用于带动推爪沿X轴运动，进而推动训练者的头部向足球运动，其定子设置在固定支架上，在其导轨的侧方、沿推爪的运动方向设置有光电式行程开关，

[0014] 在所述承重板的前后方各设置有多个缓冲器，所有缓冲器均设置在承重板的运动路径上，用于缓冲承重板的运动，所述光电式行程开关用于限定承重板及其上推爪的运动距离；

[0015] 在所述固定支架上设置有防撞块，所述防撞块设置在承重板前进的路径上，用于阻止承重板继续向前运动。

[0016] 进一步，所述推爪的自由端设置有弧形卡爪，所述弧形卡爪与训练者的头部配合。

[0017] 进一步，所述座椅的坐垫的一侧通过转轴与背垫的一侧连接，所述转轴的一端与电动机的输出轴连接，所述电动机用于通过转轴带动背垫转动，从而调整背垫和坐垫之间的夹角，以使训练者的颈部中心和推力施加机构产生的力方向垂直，适用不同体型训练者的训练需求。

[0018] 进一步，所述处理器通过上位机接收训练参数设置，根据训练参数计算发球机构所需的发球角度和发球速度、位姿调整机构所需的旋转角度和升降高度以及推力施加机构的推力大小和速度，进而先通过发球机构执行发球，再通过位姿调整机构执行头部位姿调整，最后通过推力施加机构平推训练者头部，重复上述过程，实现头球训练。

[0019] 本发明有益的技术效果如下：

[0020] 1、本发明的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置，尤其涉及模拟各种头顶球情境时，运动员的头颈部加速度状态。在上位机的处理器控制下，依据训练参数，发球机构执行相应的发球操作，再借助位姿调整机构调整训练者头部的旋转角度和升降高度，以配合足球位置，最后利用推力施加机构产生的推力作用于头部，使训练者头颈部位置能够达到瞬时高加速度，完成头球训练。

[0021] 2、直线电机模组驱动卡爪模拟颈部跟随载荷加载平台，由直线电机带动推爪，推爪进而带动头颈部进行高加速度模拟，模拟文化体育竞技中足球运动员头顶球时头颈部加速度状态，通过良好的本体感觉熟悉赛场上头顶球的动态环境。

[0022] 3、丝杆升降机的丝杆贯穿中空的旋转平台、承载轴承嵌套装配，保证冲击平台在

同高度下，座椅适应人体高度调整范围内升降距离大并整周转动；位姿调整机构采用三板连接方式通过导柱进行嵌套，有效解决了丝杆升降机不能承受大径向冲击的问题，可对针对颈部不同方向头顶球进行模拟，扩大了整个装置的适用范围。

[0023] 该装置相比于其他装置有更好的力的追踪性，大推力给予头颈部的高加速可准确记录，并且在短距离、大载荷下，可稳定加载高加速度，可对不同体态、不同头部尺寸及头颈不同受载方向进行调节；对头顶球头颈部加速度进行实况模拟并准确记录，且体积小，造价低，可反复练习。

附图说明

[0024] 图1为本发明的整体装置的结构示意图；

[0025] 图2为本发明的推力施加机构与训练者头部的不同位置配合的结构示意图一；

[0026] 图3为本发明的推力施加机构与训练者头部的不同位置配合的结构示意图二；

[0027] 图4(a)为本发明的位姿调整机构的侧面投影结构示意图；

[0028] 图4(b)为本发明的位姿调整机构的轴向剖面投影结构示意图；

[0029] 图5为本发明的位姿调整机构的轴测剖视立体结构示意图；

[0030] 图6为本发明的座椅的坐垫和背垫配合的结构示意图；

[0031] 图7为本发明的回转支撑轴承的结构示意图；

[0032] 图8为本发明的T形连接盘的结构示意图；

[0033] 图9为本发明的推力施加机构的结构示意图；

[0034] 图10为本发明的没有紧固绳的推爪的结构示意图；

[0035] 图11为本发明的带有紧固绳的推爪的结构示意图；

[0036] 其中，1-座椅，101-转轴，2-位姿调整机构，201-基板，202-旋转平台，203-升降机构，204-T形连接盘，205-连接板，206-导向柱，207-框架，208-回转支撑轴承，209-轴承座，210-第一光电式行程开关，211-上机械行程开关，212-下机械行程开关，213-紧固螺栓，3-推力施加机构，301-直线电机模组，302-固定支架，303-承重板，304-推爪，3041-弧形卡爪，305-第二光电式行程开关，306-缓冲器，307-防撞块，4-发球机构，5-上位机，6-训练者。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图及较佳实施例详细说明本发明的具体实施方式。

[0038] 如图1-3所示，本发明提供了一种面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置，包括座椅1，该座椅1用于承载训练者6，其坐垫底面连接有位姿调整机构2，在其上方设置有推力施加机构3，在其侧方设置有发球机构4，该位姿调整机构2、推力施加机构3和发球机构4通过各自的驱动模块与处理器连接；该处理器通过各个驱动模块控制发球机构4向座椅的上方发射足球，控制位姿调整机构2调整训练者头部的旋转角度和升降高度，以配合足球的位置，控制推力施加机构3平推训练者的头部运动，完成头球训练。这样，训练者坐在座椅1上之后，可以通过上位机5获取训练参数如头部和足球的接触部位、训练者所能承受的推力大小、训练者的体型数据等等，计算发球机构4所需的发球角度和发球速度、位姿调整机构2所需的旋转角度和升降高度以及推力施加机构3的推力大小和速度，进而先通过发球机构4执行相应的发球操作，再通过位姿调整机构2执行头部位姿调整，最后通过推力

施加机构3平推训练者头部，使其可以触碰运动中的足球，完成头球，重复上述过程，就可以实现头球训练，无需过多的人员参与，就能够模拟不同实际场景下的头球状态，实现头球训练，训练者的体验更加逼真，训练效果更好，更有助提升训练者的头球水平。具体如下：

[0039] 为了契合头球运动，我们将位姿调整机构2的旋转中心与训练者的颈部中心重合，记为Z轴方向，同时推力施加机构3产生的力方向与Z轴方向垂直，记为X轴方向，

[0040] 如图4-5、7-8所示，该位姿调整机构2包括基板201，在基板201上设置有旋转平台202，该旋转平台202通过传递机构与升降机构203连接，该升降机构203连接至座椅1的坐垫底面，该升降机构203用于带动训练者的头部沿Z轴方向移动，该旋转平台202用于带动训练者的头部绕Z轴方向转动，该传递机构用于传递旋转平台202的扭矩至升降机构203和座椅1，并将推力施加机构3的推力传递至训练者的头部、基板201上，而不是升降机构203、旋转平台202上，避免升降机构承受大径向的冲击而造成损坏，提高了整个装置的使用寿命。

[0041] 该传递机构可以采用中空式的嵌套结构，包括T形连接盘204，该T形连接盘204包括竖直部和水平部，如图8所示，其水平部上设置有升降机构203，该升降机构203的升降端通过连接板205与座椅1的坐垫底面连接，该连接板205的周边间隔设置有多个直线轴承，每个直线轴承套装在对应的导向柱206上，每个导向柱206的一端均固定设置框架207的底板上，其轴向与Z轴方向平行，可以设置四个导向柱，由此共同支撑升降机构203的升降运动，该底板连接在水平部的顶面上，该竖直部的底面固定连接至旋转平台202上，两者之间有间隙，该竖直部嵌套连接在回转支撑轴承208的内圈里，如图7所示，该回转支撑轴承208的外圈与轴承座209配合连接，该轴承座209设置在基板201上，该回转支撑轴承208的内圈、T形连接盘204的水平部和框架209的底板固定连接在一起。

[0042] 该升降机构203采用丝杆升降机结构，该T形连接盘204的竖直部的中心设置有贯穿水平部的竖直通道，该旋转平台202也采用中空结构设计，这样丝杆升降机的丝杆部贯穿竖直通道延伸至旋转平台202的中空结构，它们之间不接触，将其电机部设置在水平部上，可以通过螺栓连接，而四个导向柱206设置在丝杆部的周围，它们的两端分别设置在框架207的底面和顶面上，其上均套装有直线轴承，而各个直线轴承的表面连接在连接板205即坐垫的底面上，这样由升降机构203带动的连接板205连同其上的座椅1一同沿导向柱即Z轴方向运动，增设的导向柱更能增加升降的稳定性。

[0043] 如图5所示，该T形连接盘204的竖直部嵌套在回转支撑轴承208的内圈里，两者紧配合，其内圈的顶面连接至T形连接盘204水平部的底面，而水平部的顶面连接有框架207的底板，这三者可以通过紧固螺栓213共同连接在一起，实现三板式连接，同时回转支撑轴承208的外圈与设置在基板上的轴承座209配合，这样，通过推力施加机构3产生的推力作用到训练者的头部，经由训练者依次传递至座椅1、框架207、T形连接盘204、回转支撑轴承208、轴承座209到基座上，而不会直接向下传递至升降机构202、旋转平台203，能够有效避免大径向力造成的损坏。

[0044] 为了提高旋转升降过程的安全性，我们在轴承座209的表面旋转90度、0度和-90度的地方各设置有一个第一光电式行程开关210，在框架207的底板上设置有挡片，通过挡片和各个位置的第一光电式行程开关的配合，确定旋转平台202乃至座椅1的旋转角度，实现软限位，同时我们还在轴承座209的顶面设置旋转限位块，其与设置在框架底板的底面上的左右限位挡板配合，左、右限位挡片相错180度设置，通过它们于旋转限位块的碰触，实现硬

限位；

[0045] 对于升降限位，我们在框架207的顶面设置有上机械行程开关211，侧面设置有下机械行程开关212，通过其与连接板的触碰，实现升降上下限的软限位；同时，在各个导轨顶部和框架的连接部位设置有石墨自润滑轴承，通过其与各个导轨上的直线轴承的碰触，实现升降上限的硬限位，而通过座椅底部的连接板和框架侧面安装下机械行程开关的支撑杆的碰触，实现升降下限的硬限位。

[0046] 由于头颈运动空间限制，从安全性的角度考虑，人体颈部移动限制在一定的范围，要在小行程内实现高加速度运动即直线电机模组加速段位移、匀速段位移和减速段位移之和须在人体颈部可移动范围之内，且对加速运动时间稳定保持，因此，如图9所示，该推力施加机构3采用直线电机模组作为驱动器，该直线电机模组301采用双导轨结构，其定子设置在固定支架302上，其动子通过承重板303与推爪304的一端连接，该固定支架302通过地脚等结构稳固地设置在地面上，以抵消高加速度运动下直线电机模组的反作用力，该推爪304的自由端朝向训练者的头部设置，用于带动推爪304沿X轴运动，进而推动训练者的头部向足球运动，直到两者接触，实现头球。

[0047] 并且采用三层防撞保护结构，避免飞车，即在直线电机模组301的导轨的侧方、沿承重板303的运动方向设置有第二光电式行程开关305，在承重板303的前后方各设置有多个缓冲器306，所有缓冲器306均设置在承重板303的运动路径上，用于缓冲承重板303的运动，该第二光电式行程开关305用于限定承重板303及其上推爪304的运动距离；同时，在固定支架302上设置有防撞块307，该防撞块307设置在承重板前进的路径上，用于阻止承重板继续向前运动。这样，在第二光电式行程开关反馈检测信号时，直线电机模组停止运动，此时前进方向的多个缓冲器对运动中的承重板进行缓冲，促使进一步快速停止下来，最后由于固定支架稳固设置在地面上，其上的防撞块能够最终阻止承重板带动推爪继续运动，防止飞车。

[0048] 如图10-11所示，该推爪304的自由端设置有弧形卡爪3041，该弧形卡爪3041与训练者的头部配合，其内侧还可以张贴柔性或者海绵件，以提高训练者的舒适性，该弧形卡爪3041的中心与推杆的一端连接，该推杆的另一端可通过L形固定块连接到承重板上。

[0049] 另外，本发明的座椅、推力施加机构和位姿调整机构可以组成专门针对颈部肌肉的训练装置，应用于其他需要训练和锻炼该肌肉群的装置和系统中，例如需要做颈部康复的康复训练仪等，此时可以在弧形卡爪3041的开口处设置紧固绳，该紧固绳能够套装在康复者的整个头部，便于直线电机模组后退时带回康复者的头部，进而带动康复者的颈部来回运动，提高训练效率和安全性。

[0050] 如图6所示，由于不同体型的训练者坐到座椅1上时，颈部中心和推爪304的中心可能会不垂直，为了确保推爪304可以正对训练者的头部位置，我们将座椅1的坐垫和背垫的连接位置设置有转轴101，该转轴101与背垫的一侧连接，其一端与电动机的输出轴连接，这样电动机通过转轴101带动背垫转动，从而调整背垫和坐垫之间的夹角，以使训练者的颈部中心和推力施加机构产生的力方向垂直，以使训练者的头部正对推爪，方便后续推力施加机构产生的力可以更加准确地作用到训练者头部。

[0051] 最后，本申请的面向文旅体育的足球运动员头顶球颈部肌肉训练装置还可以与可穿戴式虚拟现实显示设备结合在一起应用于基于虚拟运动场景的头顶球训练，此时无需发

球机构，只要在直线电机模组高加速度的带动下，针对虚拟场景中的足球进行头顶球训练，使装置使用者可以提前适应头球运动动作；而基于发球机构发射的真实头顶球训练，在直线电机模组高加速度的带动下对颈部肌肉训练进行针对训练，模拟实现头球动作，此外还可进行多电机协同运动，以实现综合的头颈部肌肉训练，训练完成后用肌力测试仪对颈部部位肌肉力量进行测试分析训练效果。

[0052] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式，但是本领域的技术人员应当理解，这些仅是举例说明，在不背离本发明的原理和实质的前提下，可以对这些实施方式做出多种变更或修改，因此，本发明的保护范围由所附权利要求书限定。

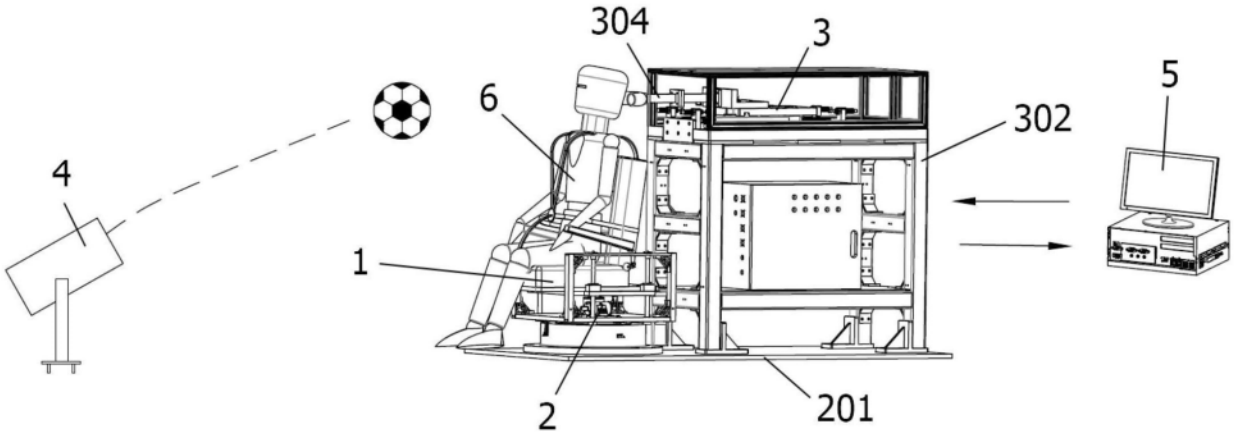


图1

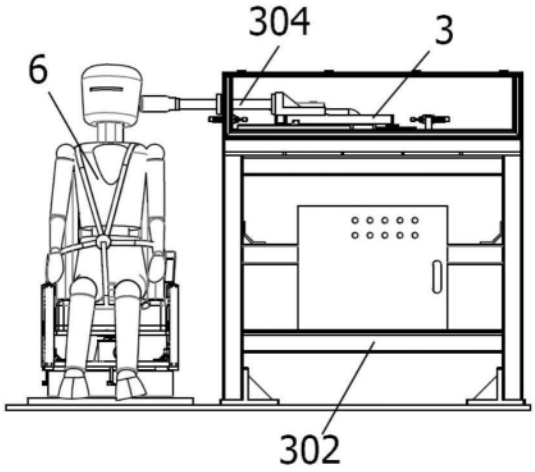


图2

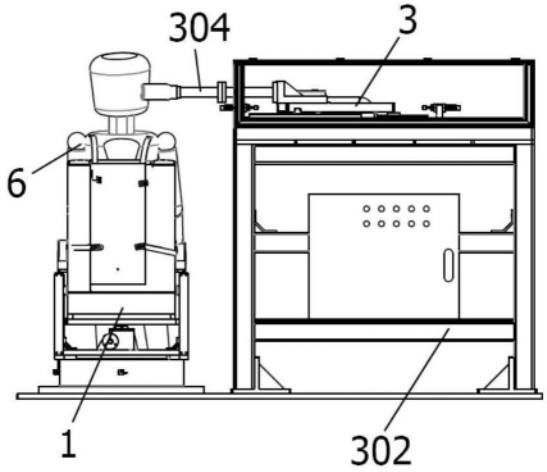


图3

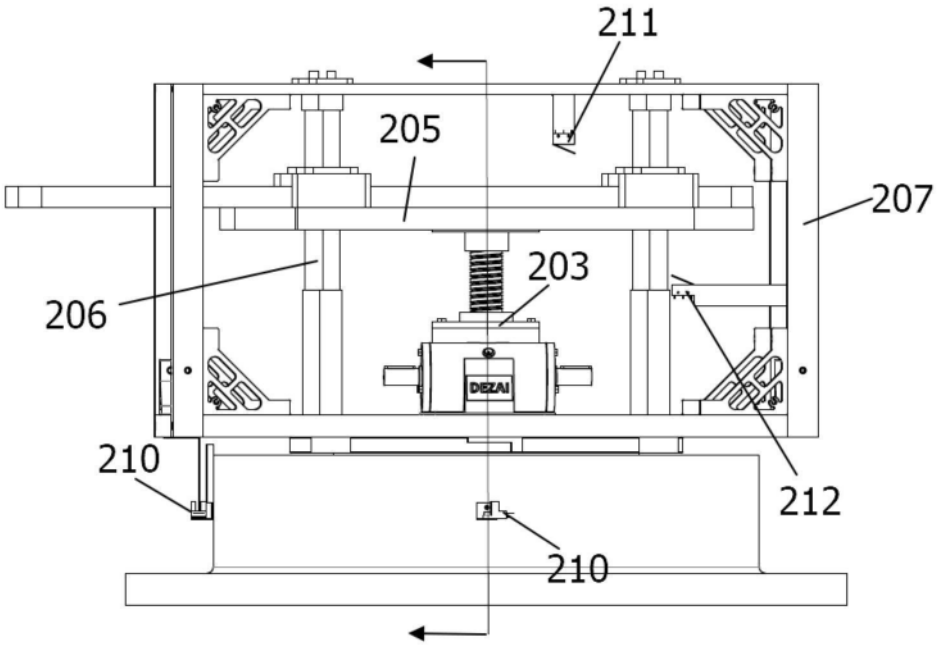

211
205
207
203
206
DIEZAI
210
212
210

图4(a)

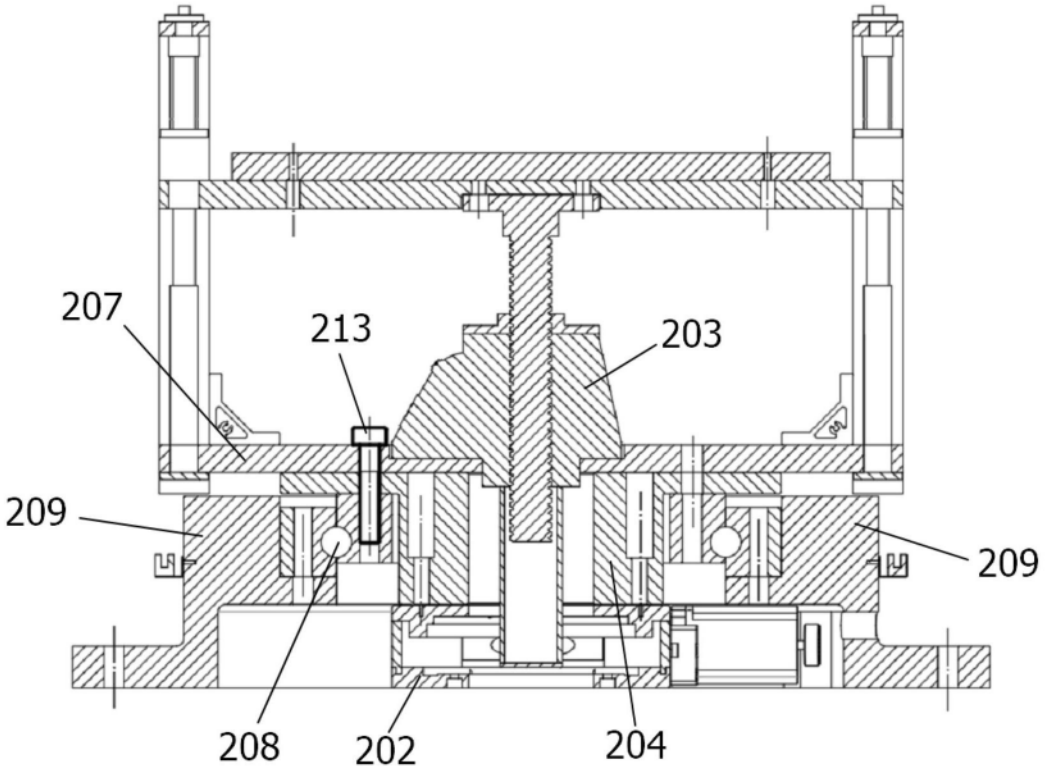

207
213
203
209
209
208
202
204

图4(b)

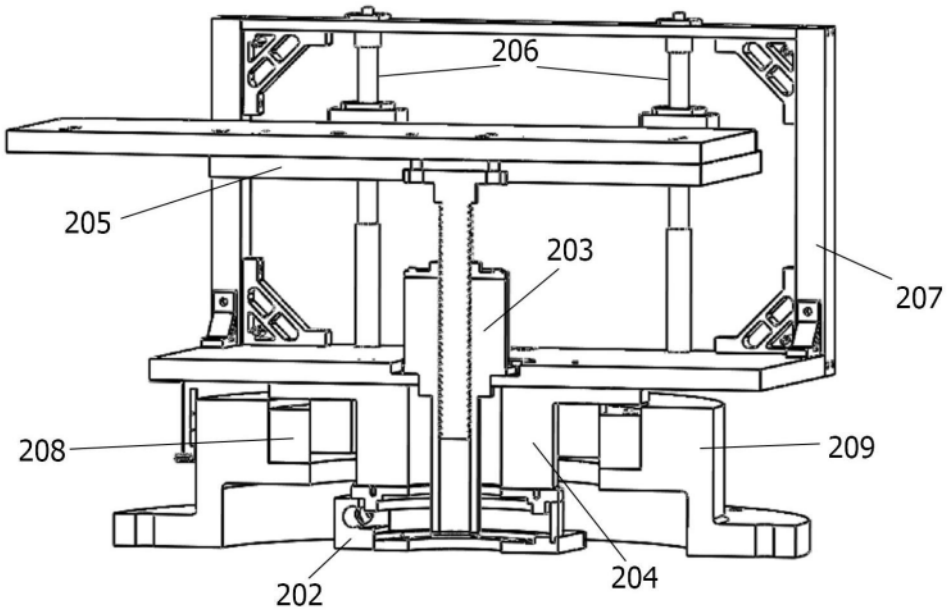


图5

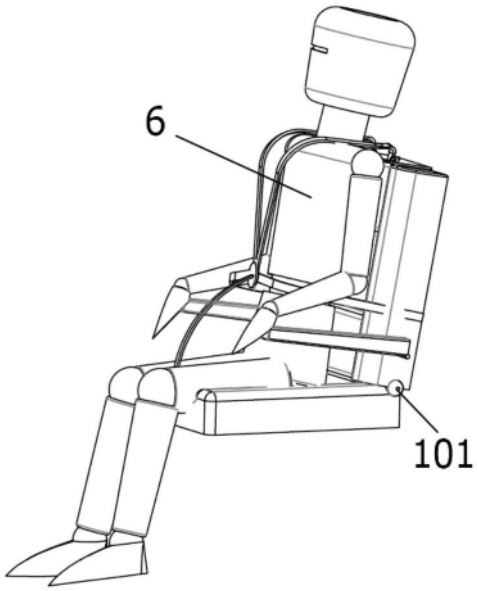


图6

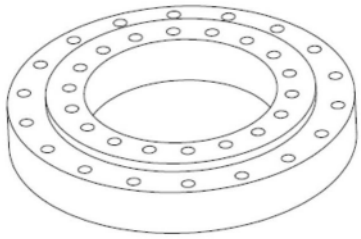


图7

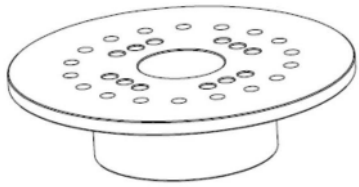


图8

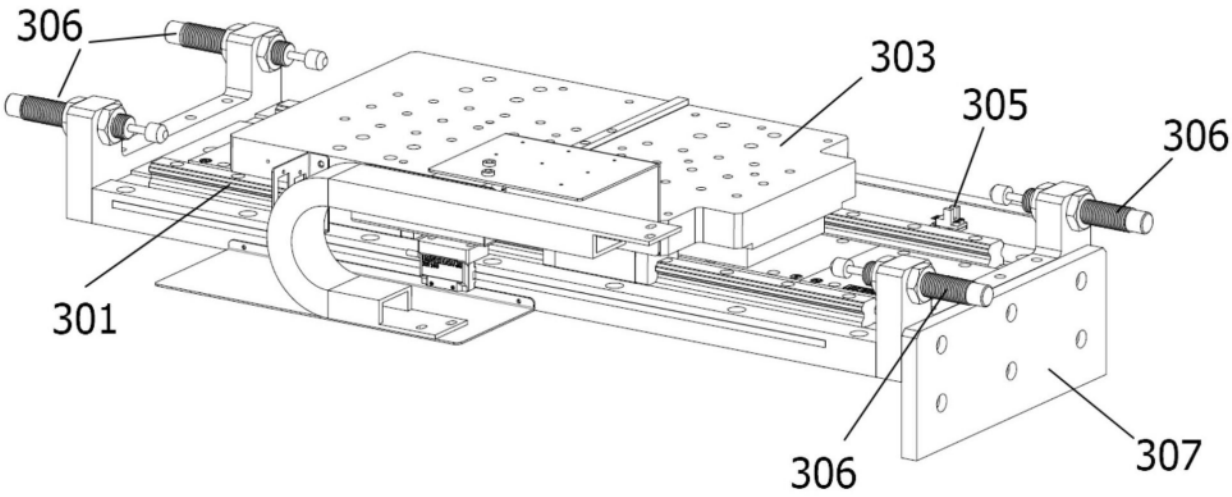


图9

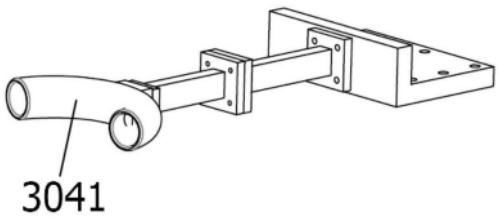


图10

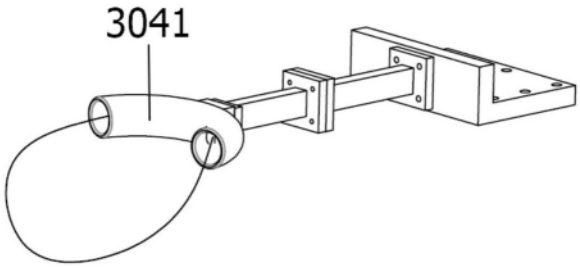


图11