

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 3 月 14 日 (14.03.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/051342 A1

(51) 国际专利分类号:

A63B 69/38 (2006.01) **A63B 71/06** (2006.01)
A63B 47/02 (2006.01) **G06T 19/00** (2011.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/106740

(22) 国际申请日: 2023 年 7 月 11 日 (11.07.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

202211089911.7 2022年9月7日 (07.09.2022) CN
202310495353.2 2023年5月4日 (04.05.2023) CN

(72) 发明人: 及

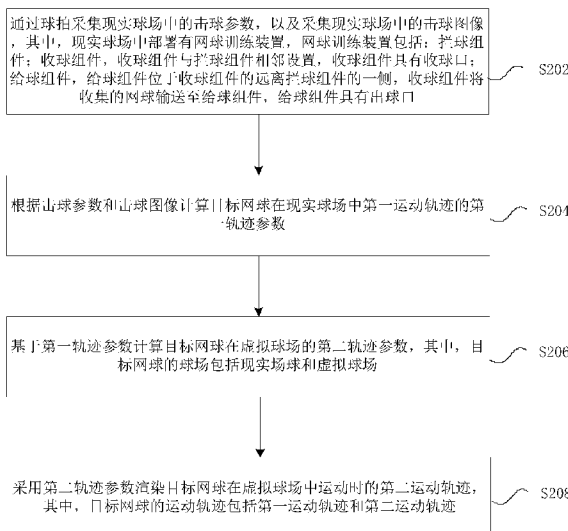
(71) 申请人: 彭峻 (**PENG, Jun**) [CA/CN]; 中国湖南省长沙市经济开发区板仓路26号新长海广场数码中心3栋A座1801, Hunan 410100 (CN)。

(74) 代理人: 北京华夏泰和知识产权代理有限公司 (**BEIJING HARTEND INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.**); 中国北京市海淀区中关村大街18号B座9层942室, Beijing 100190 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,

(54) **Title:** TENNIS TRAINING APPARATUS, TENNIS TRAINING SIMULATION METHOD AND APPARATUS, AND ELECTRONIC DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 网球训练的装置、模拟方法及装置、电子设备及存储介质



S202 Collect a ball hit parameter in a real tennis court by means of a racket, and collect a ball hit image in the real tennis court, wherein a tennis ball training apparatus is deployed in the real tennis court, and the tennis ball training apparatus comprises: a ball interception component; a ball collection component, which is arranged adjacent to the ball interception component and has a ball collection opening; and a ball feeding component, which is located on the side of the ball collection component that is away from the ball interception component, the ball collection component conveying a collected tennis ball to the ball feeding component, and the ball feeding component having a ball outlet

S204 Calculate, according to the ball hit parameter and the ball hit image, a first trajectory parameter of a first movement trajectory of a target tennis ball in the real tennis court

S206 Calculate, on the basis of the first trajectory parameter, a second trajectory parameter of the target tennis ball in a virtual tennis court, wherein a tennis court of the target tennis ball comprises the real tennis court and the virtual tennis court

S208 Render, by using the second trajectory parameter, a second movement trajectory of the target tennis ball when same moves in the virtual tennis court, wherein a movement trajectory of the target tennis ball comprises the first movement trajectory and the second movement trajectory

图 11

(57) **Abstract:** Disclosed are a tennis training apparatus, a tennis training simulation method and apparatus, and an electronic device and a storage medium. The method comprises: collecting a ball hit parameter in a real tennis court by means of a racket, and collecting a ball hit image in the real tennis court; calculating, according to the ball hit parameter and the ball hit image, a first trajectory parameter of a first movement trajectory of a target tennis ball in the real tennis court; calculating, on the basis of the first trajectory parameter, a second trajectory parameter of the target tennis ball in a virtual tennis court, wherein a tennis court of the target tennis ball comprises the real tennis court and the virtual tennis court; and rendering, by using the second trajectory parameter, a second movement trajectory



PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

of the target tennis ball when same moves in the virtual tennis court, wherein a movement trajectory of the target tennis ball comprises the first movement trajectory and the second movement trajectory.

(57) 摘要: 公开了网球训练的装置、模拟方法及装置、电子设备及存储介质。其中, 该方法包括: 通过球拍采集现实球场中的击球参数, 以及采集现实球场中的击球图像; 根据击球参数和击球图像计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数; 基于第一轨迹参数计算目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数, 其中, 目标网球的球场包括现实球场和虚拟球场; 采用第二轨迹参数渲染目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹, 其中, 目标网球的运动轨迹包括第一运动轨迹和第二运动轨迹。

网球训练的装置、模拟方法及装置、电子设备及存储介质

相关申请的引用

本公开要求于 2022 年 9 月 7 日向中华人民共和国国家知识产权局提交的申请号为 202211089911.7、名称为“网球训练的模拟方法及装置、电子设备及存储介质”的发明专利申请以及于 2023 年 5 月 4 日向中华人民共和国国家知识产权局提交的申请号为 202310495353.2、名称为“网球训练装置”的发明专利申请的全部权益，并通过引用的方式将其全部内容并入本文。

10

领域

本公开涉及自动控制技术领域，具体而言，涉及网球训练的装置、模拟方法及装置、电子设备及存储介质。

15 背景

网球在日常训练中，需要用大量的网球，训练完毕后，网球分散在训练场的各个角落中，网球的捡球工作需要配备专门的工作人员来完成，工作人员收集费时费力。另外，网球收集到一起后，还需要培训人员进行抛球。

20 打网球不仅需要一定的技巧，更需要有非常专业的场地，对于初学者来说，受限与场地与器材因素，需要较大的成本才能实现网络训练，而对于学校等，由于学生众多，规划多个网球场不太现实，进而导致网球不能全民大范围推广。

25 概述

本公开提供了网球训练的装置、模拟方法及装置、电子设备及存储介质。

根据本公开的一个方面，提供了网球训练装置，包括：支撑框架组件；收球组件，收球组件与支撑框架组件的靠近发球侧相邻设置；传球组件，传球组件的进球口与收球组件相连；弹性给球组件，

30

弹性给球组件与传球组件的出球口相连，弹性给球组件可将网球向远离支撑框架组件的一侧弹射。

在某些实施方案中，弹性给球组件包括给球壳体、转动抛球臂、转动架和第一驱动部，转动架安装在给球壳体内，转动抛球臂的中部可转动地与转动架相连，转动抛球臂的抛球端位于转动架的背
5 离支撑框架组件的一侧，第一驱动部与转动抛球臂的施力端相配合，施力端位于转动架的远离抛球端的一侧。

在某些实施方案中，第一驱动部包括电磁线圈、铁磁体和弹性件，铁磁体固定在施力端，电磁线圈固定在给球壳体上，弹性件第
10 一端连接在铁磁体和转动架之间的施力端，弹性件的第二端与给球壳体相连。

在某些实施方案中，第一驱动部还包括弹力调节器，弹力调节器包括调节器壳体、转轴和抵压块，调节器壳体与给球壳体相连，抵压块与转动轴固定相连，转动轴可转动地固定在调节器壳体上，
15 抵压块与弹性件的第二端相抵，抵压块的周向外壁至转动轴的距离不同。

在某些实施方案中，抛球端具有凹槽。

在某些实施方案中，弹性给球组件还包括贮球盒和落球管，落球管的上端与贮球盒相连通，落球管的下端与给球壳体相连通。

20 在某些实施方案中，落球管的内径大于网球的外径小于两倍的网球的外径。

在某些实施方案中，弹性给球组件还包括第一限位部，第一限位部固定在给球壳体的内壁，转动抛球臂具有抛球状态和待抛球状态，转动抛球臂处于抛球状态时，第一限位部的下端与转动抛球臂之间的距离小于网球的外径，转动抛球臂处于待抛球状态时，第
25 一限位部的下端与转动抛球臂之间的距离大于网球的外径。

在某些实施方案中，转动抛球臂具有落球点，落球点位于抛球端和转动抛球臂的转动轴之间，第一限位部的下端位于落球点和抛球端之间

30 在某些实施方案中，弹性给球组件还包括第二限位部，第二限

位部位于转动抛球臂上，转动抛球臂处于抛球状态时，第二限位部处于避开落球管的下端的避开位置，转动抛球臂处于待抛球状态时，第二限位部处于落球管的下端的限位位置。

在某些实施方案中，第二限位部为限位臂，限位臂的第一端与转动抛球臂相连，限位臂的第二端向远离落球管的下端延伸。

在某些实施方案中，弹性给球组件还包括第二驱动部和安装座，第二驱动部固定在安装部，给球壳体可转动地安装在安装座上，第二驱动部可驱动安装座转动。

在某些实施方案中，第二驱动部包括旋转电机和第一齿轮，弹性给球组件还包括第二齿轮，第二齿轮可转动地安装在安装座上，给球壳体固定在第二齿轮上，旋转电机的输出端与第一齿轮相连，第一齿轮与第二齿轮相啮合。

在某些实施方案中，传球组件包括传输壳体、主动轮、环形传输带、从动轮和多个挡球板，主动轮、环形传输带、从动轮和多个挡球板均位于传输壳体内，主动轮和从动轮分别位于环形传输带的两端，多个挡球板相间隔地设置在环形传输带的外壁，传输壳体的底部具有进球口，传输壳体的上部具有出球口，传输壳体的进球口与收球组件相连，传输壳体的出球口与弹性给球组件相连。

在某些实施方案中，进球口包括两个进球口，两个进球口分别位于环形传输带的两侧的传输壳体的壁面上，两个进球口交错设置。

在某些实施方案中，收球组件固定在支撑框架组件上。

在某些实施方案中，网球训练装置还包括控制组件，控制组件设置在支撑框架组件上。

根据本公开的另一个方面，提供了一种网球训练的模拟方法，包括：通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集现实球场中的击球图像，其中，现实球场中部署有本公开提供的网球训练装置；根据击球参数和击球图像计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；基于第一轨迹参数计算目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数，其中，目标网球的球场包括现实球场和虚拟球场；

采用第二轨迹参数渲染目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹，其中，目标网球的运动轨迹包括第一运动轨迹和第二运动轨迹。

在某些实施方案中，通过球拍采集现实球场中的击球参数包括：通过球拍上的速度传感器采集现实球场中的击球速度；通过球拍上的方向传感器采集现实球场中的击球角度；通过球拍上的高度传感器采集现实球场中的击球高度；通过球拍上的力量传感器采集现实球场中的击球力度；通过球拍上的追踪器采集现实球场中的球拍挥动轨迹；其中，击球参数包括：击球速度，击球角度，击球高度，击球力度，球拍挥动轨迹。

在某些实施方案中，根据击球参数和击球图像计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数包括：采用击球参数计算目标网球的第一初始运动参数，其中，第一初始运动参数包括：起点运动速度，起点运动方向，起点高度；获取现实球场中的环境阻力系数；采用第一初始运动参数和环境阻力系数计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数，其中，轨迹终点参数包括：终点运动速度，终点运动方向，终点高度；采用击球图像修正第一运动轨迹的轨迹终点参数。

在某些实施方案中，采用第一初始运动参数和环境阻力系数计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数包括：获取现实球场的第一球场长度，以及获取目标网球的球体重量；将第一球场长度设置为目标网球在现实球场中第一运动轨迹的最长水平长度，采用第一初始运动参数、球体重量、环境阻力系数计算目标网球运行第一球场长度后的轨迹终点参数。

在某些实施方案中，基于第一轨迹参数计算目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数包括：确定第一轨迹参数中目标网球在现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数，其中，轨迹终点参数包括：终点运动速度，终点运动方向，终点高度；将轨迹终点参数配置为目标网球在虚拟球场的第二初始运动参数；采用第二初始运动参数计算目标网球在真实场景中模拟运动的中间运动参数和终止运

动参数，并将中间运动参数和终止运动参数确定为目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数。

在某些实施方案中，采用第二轨迹参数渲染目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹包括：采用第二轨迹参数拟合目标
5 网球在世界坐标系上的第三运动轨迹；获取虚拟球场的缩略坐标系，并将第三运动轨迹从世界坐标系转换至缩略坐标系，得到第二运动轨迹；在虚拟球场所在的虚拟画面上动态显示第二运动轨迹。

在某些实施方案中，在采用第二轨迹参数渲染目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹之后，方法还包括：根据击球参数
10 和击球图像计算击球人员的击球动作参数，其中，击球动作参数用于表征击球人员击球时的动作标准程度；根据击球参数和击球图像计算目标网球在虚拟球场的运动质量参数，其中，运动质量参数用于表征目标网球被击球人员打击后运动轨迹的标准程度。

在某些实施方案中，根据击球参数和击球图像计算击球人员的
15 的击球动作参数包括：从击球图像中解析出多个运动肢体节点；从多个运动肢体节点中选择若干个关键肢体节点，其中，关键肢体节点是网球训练过程中需要发力的肢体节点，关键肢体节点包括：手、肘、肩、腰、脚；采用若干个关键肢体节点创建动态 3D 人体模型，并根据动态 3D 人体模型的运动幅度计算击球人员的击球动作参
20 数；采用击球参数修正击球动作参数。

在某些实施方案中，根据动态 3D 人体模型的运动幅度计算击球人员的击球动作参数包括：在起始挥拍时间，中间挥拍时间，结束挥拍时间定格动态 3D 人体模型；在预设坐标系中添加动态 3D
25 人体模型被定格后关键肢体节点的坐标位置组合，其中，坐标位置组合包括对应关键肢体节点在起始挥拍时间，中间挥拍时间，结束挥拍时间的坐标位置；针对每个关键肢体节点，按照定格时间依次连接坐标位置组合中的所有坐标位置，生成肢体运动轨迹；计算肢体运动轨迹与预设标准动作轨迹的动作匹配度；将动作匹配度确定为击球人员的击球动作参数。

30 在某些实施方案中，根据击球参数和击球图像计算目标网球

在虚拟球场的运动质量参数包括：根据击球参数和击球图像计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；基于第一轨迹参数计算目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数；采用第二轨迹参数拟合目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹；计算

5 第二运动轨迹与预设标准运动轨迹的姿态匹配度，其中，预设标准运动轨迹的运动姿态包括：方向，弧度，速度，落点，高度；将姿态匹配度确定为目标网球在虚拟球场的运动质量参数。

根据本公开的另一方面，还提供了网球训练的模拟装置，包括：采集模块，用于通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集现实

10 现实球场中的击球图像，其中，现实球场中部署有网球训练装置，网球训练装置包括：拦球组件；收球组件，收球组件与拦球组件相邻设置，收球组件具有收球口；给球组件，给球组件位于收球组件的远离拦球组件的一侧，收球组件将收集的网球输送至给球组件，给球组件具有出球口；第一计算模块，用于根据击球参数和击球图像

15 计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；第二计算模块，用于基于第一轨迹参数计算目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数，其中，目标网球的球场包括现实球场和虚拟球场；渲染模块，用于采用第二轨迹参数渲染目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹，其中，目标网球的运动轨迹包括第一运动轨迹

20 和第二运动轨迹。

根据本公开的另一方面，还提供了存储介质，该存储介质包括存储的程序，程序运行时执行上述方法中的步骤。

根据本公开的另一方面，还提供了电子设备，包括处理器、通信接口、存储器和通信总线，处理器、通信接口、存储器通过通信

25 总线完成相互间的通信，其中：存储器用于存放计算机程序；处理器用于通过运行存储器上所存放的程序来执行上述方法中的步骤。

在某些实施方案中，支撑框架组件对收球组件起到支撑的作用，练习人员将网球击打至收球组件后，收球组件收球后进入传球组件，传球组件将网球传至弹性给球组件进行给球。这样可以减少

30 工作人员捡球、抛球，大大地减少了工作人员捡球抛球的工作量，

提高了练习人员的体验。有效地解决了网球训练时，不仅浪费人力还影响练习人员的体验的问题。

在某些实施方案中，通过计算目标网球在现实球场中运动时的第一轨迹参数和虚拟球场中运动时的第二轨迹参数，并渲染目标网球在虚拟球场中的运动轨迹，采用现实球场和虚拟球场相结合的方式，解决了场地限制，解决了不能通过虚拟球场拓展运动场地的技术问题。

附图的简要说明

10 此处所说明的附图用来提供对本公开的进一步理解，构成本公开的一部分，本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开，并不构成对本公开的不当限定。

15 为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，对于本领域普通技术人员而言，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 示出了本公开实施例一的网球训练装置的整体结构示意图；

图 2 示出了图 1 的网球训练装置的俯视示意图；

20 图 3 示出了图 2 的网球训练装置的收球组件的 A-A 剖视示意图；

图 4 示出了图 1 的网球训练装置的传球组件的结构示意图；

图 5 示出了图 4 的传球组件的 A 向示意图；

25 图 6 示出了图 1 的网球训练装置的弹性给球组件的结构示意图；

图 7 示出了图 6 的弹性给球组件的局部放大示意图；

图 8 示出了图 1 的网球训练装置的支撑框架组件的局部结构示意图；

30 图 9 示出了本公开实施例二的网球训练装置的整体结构示意图；

图 10 示出了图 9 的网球训练装置的支撑框架组件和收球组件的配合结构示意图；

图 11 根据本公开一实施例的网球训练的模拟方法的流程图；

图 12 是本公开一实施例中系统的结构图；

5 图 13 是公开一实施例的操作流程图；

图 14 是根据本公开一实施例的网球训练的模拟装置的结构框图。

图 15 是根据本公开一实施例的电子设备的结构框图。

其中，上述附图包括以下附图标记：

10 10、支撑框架组件；20、收球组件；21、高速摄像头；22、投影仪；30、传球组件；31、传输壳体；32、主动轮；33、环形传输带；34、从动轮；35、挡球板；40、弹性给球组件；41、给球壳体；42、转动抛球臂；43、转动架；44、电磁线圈；45、铁磁体；46、弹性件；47、弹力调节器；48、第一限位部；49、第二限位部；50、
15 第二驱动部；60、安装座；70、控制组件；100、练习人员；200、网球拍；300、网球；14.1、拉丝，14.2、盘丝轮，14.3、长轴，14.4、从动齿轮，14.5、传动齿轮，14.6、收球槽折叠电机；14.7、进球硬板；13、侧网转轴，14、斜面伞形齿轮 A，15、斜面伞形齿轮 B，16、顶网转轴，17、管式电机，18、外接电源线，19、电机轴及轴套，50.1、侧网边框，50.2、侧网边框长槽，50.3、顶网前梁，50.4、
20 顶网前梁长槽，50.5、滑动销，5、网球训练的模拟装置，51、采集模块，52、第一计算模块，54、第二计算模块，56、渲染模块，6、电子设备，61、处理器，62、通信接口，63、存储器。

25 详述

为了使本技术领域的人员更好地理解本公开方案，下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通
30 技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，

都应当属于本公开保护的范围。需要说明的是，在不冲突的情况下，本公开中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

需要说明的是，本公开的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本公开的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

如图 1 至图 8 所示，实施例一的网球训练装置，包括：支撑框架组件 10、收球组件 20、传球组件 30 和弹性给球组件 40。收球组件 20 与支撑框架组件 10 的靠近发球侧相邻设置。传球组件 30 的进球口与收球组件 20 相连。弹性给球组件 40 与传球组件 30 的出球口相连，弹性给球组件 40 可将网球向远离支撑框架组件 10 的一侧弹射。

本实施例的技术方案，支撑框架组件 10 对收球组件 20 起到支撑的作用，练习人员将网球 300 击打至收球组件 20 后，收球组件 20 收球后进入传球组件 30，传球组件 30 将网球 300 传至弹性给球组件 40 进行给球。这样可以减少工作人员捡球、抛球，大大地减少了工作人员捡球抛球的工作量，提高了练习人员的体验。本实施例的技术方案有效地解决了相关技术中的网球训练时，不仅浪费人力还影响练习人员的体验的问题。

需要说明的是，收球组件 20 包括挡球幕布、两侧的挡球网以及下部的折叠收球槽。练习人员将网球 300 击打至挡球幕布，两侧的挡球网可以防止网球 300 弹出，网球 300 落入折叠收球槽内，折叠收球槽倾斜设置，网球 300 在重力的作用下滚动到传球组件

30 内。折叠收球槽包括多个倾斜板，可以对多个倾斜板进行折叠或者展开。

如图 6 和图 7 所示，在本实施例的技术方案中，弹性给球组件 40 包括给球壳体 41、转动抛球臂 42、转动架 43 和第一驱动部，
5 转动架 43 安装在给球壳体 41 内，转动抛球臂 42 的中部可转动地与转动架 43 相连，转动抛球臂 42 的抛球端位于转动架 43 的背离支撑框架组件 10 的一侧，第一驱动部与转动抛球臂 42 的施力端相配合，施力端位于转动架 43 的远离抛球端的一侧。弹性给球组件 40 的设置可以节省人工抛球，给球壳体 41 可以起到保护内部
10 部件的作用，转动抛球臂 42、转动架 43 和第一驱动部的设置使得抛球效果更好，模拟更加逼真。上述对位置的描述指的是转动架 43 与转动抛球臂 42 的配合部，转动架 43 可以为支撑，也可以为转动轴。

如图 6 和图 7 所示，在本实施例的技术方案中，第一驱动部
15 包括电磁线圈 44、铁磁体 45 和弹性件 46，铁磁体 45 固定在施力端，电磁线圈 44 固定在给球壳体 41 上，弹性件 46 第一端连接在铁磁体 45 和转动架 43 之间的施力端，弹性件 46 的第二端与给球壳体 41 相连。当电磁线圈 44 通电时，电磁线圈 44 对铁磁体 45 进行吸引，当电磁线圈 44 断电时，电磁线圈 44 与铁磁体 45 之间没有相互吸引的作用力，此时弹性件 46 对转动抛球臂 42 施加弹性
20 力，位于抛球端的网球 300 突然抛出，练习人员可以击打网球 300 进行训练。需要说明的是，弹性件 46 为弹簧，弹簧处于压缩状态。弹性件 46 的第二端与给球壳体 41 相连，可以为直接相连也可以为间接相连。本实施例弹性给球组件 40 位于支撑框架组件 10 的
25 在左右方向的中部，挡球幕布设置有抛球孔。作为其它可实施的实施方式，弹性给球组件 40 可以设置在收球组件 20 的靠近练习人员 100 的一侧，练习人员 100 手持网球拍 200 对网球 300 进行击打，这样可以不用在挡球幕布上设置抛球孔。

如图 6 和图 7 所示，在本实施例的技术方案中，第一驱动部
30 还包括弹力调节器 47，弹力调节器 47 包括调节器壳体、转轴和抵

压块,调节器壳体与给球壳体 41 相连,抵压块与转动轴固定相连,转动轴可转动地固定在调节器壳体上,抵压块与弹性件 46 的第二端相抵,抵压块的周向外壁至转动轴的距离不同。弹力调节器 47 的设置可以有效地改变抛球的速度、高度以及力度。需要说明的是,5 抵压块的周向外壁指的是与弹性件 46 相抵顶的壁面,随着转动轴的转动,抵压块与弹性件 46 的配合位置发生变化。

如图 6 和图 7 所示,在本实施例的技术方案中,抛球端具有凹槽。网球 300 会自动滑入凹槽内,凹槽的设置容易对网球 300 进行定位。

10 如图 6 和图 7 所示,在本实施例的技术方案中,弹性给球组件 40 还包括贮球盒和落球管,落球管的上端与贮球盒相连通,落球管的下端与给球壳体 41 相连通。贮球盒的设置可以同时容纳多个网球 300,落球管可以使得网球 300 从贮球盒滑入至给球壳体 41 内。

15 如图 6 所示,在本实施例的技术方案中,落球管的内径大于网球的外径小于两倍的网球的外径。这样一次只能滑落一个网球 300。

如图 6 所示,在本实施例的技术方案中,弹性给球组件 40 还包括第一限位部 48,第一限位部 48 固定在给球壳体 41 的内壁,转动抛球臂 42 具有抛球状态和待抛球状态,转动抛球臂 42 处于20 抛球状态时,第一限位部 48 的下端与转动抛球臂 42 之间的距离小于网球的外径,转动抛球臂 42 处于待抛球状态时,第一限位部 48 的下端与转动抛球臂 42 之间的距离大于网球的外径。第一限位部 48 的设置保证了凹槽内只会具有一个网球 300,根据第一限位部 48 和转动抛球臂 42 的配合关系,抛出一个网球 300 后,另一个25 网球 300 才会滑入凹槽内。

如图 6 所示,在本实施例的技术方案中,转动抛球臂 42 具有落球点,落球点位于抛球端和转动抛球臂 42 的转动轴之间,第一限位部 48 的下端位于落球点和抛球端之间。上述结构设置巧妙,较好的实现了网球 300 的逐个输出至凹槽内。

30 如图 6 所示,在本实施例的技术方案中,弹性给球组件 40 还

包括第二限位部 49，第二限位部 49 位于转动抛球臂 42 上，转动抛球臂 42 处于抛球状态时，第二限位部 49 处于避开落球管的下端的避开位置，转动抛球臂 42 处于待抛球状态时，第二限位部 49 处于落球管的下端的限位位置。第二限位部 49 的设置使得网球 300 从落球管进入给球壳体 41 内为逐个网球滑入，这样避免了网球 300 之间的卡位现象。

如图 6 所示，在本实施例的技术方案中，第二限位部 49 为限位臂，限位臂的第一端与转动抛球臂 42 相连，限位臂的第二端向远离落球管的下端延伸。限位臂的结构简单，加工成本较低，使用方便。

如图 6 和图 7 所示，在本实施例的技术方案中，弹性给球组件 40 还包括第二驱动部 50 和安装座 60，第二驱动部 50 固定在安装部，给球壳体 41 可转动地安装在安装座 60 上，第二驱动部 50 可驱动安装座 60 转动。上述结构扩大的抛球范围，即弹性给球组件 40 除了会在正前方抛出网球 300 外，还会向斜前方抛出网球，这样扩大了网球训练装置的通用性。

如图 6 和图 7 所示，在本实施例的技术方案中，第二驱动部 50 包括旋转电机和第一齿轮，弹性给球组件 40 还包括第二齿轮，第二齿轮可转动地安装在安装座 60 上，给球壳体 41 固定在第二齿轮上，旋转电机的输出端与第一齿轮相连，第一齿轮与第二齿轮相啮合。上述结构紧凑，传动精度较高。

如图 4 和图 5 所示，在本实施例的技术方案中，传球组件 30 包括传输壳体 31、主动轮 32、环形传输带 33、从动轮 34 和多个挡球板 35，主动轮 32、环形传输带 33、从动轮 34 和多个挡球板 35 均位于传输壳体 31 内，主动轮 32 和从动轮 34 分别位于环形传输带 33 的两端，多个挡球板 35 相间隔地设置在环形传输带 33 的外壁，传输壳体 31 的底部具有进球口，传输壳体 31 的上部具有出球口，传输壳体 31 的进球口与收球组件 20 相连，传输壳体 31 的出球口与弹性给球组件 40 相连。传球组件 30 的设置实现了自动化传输网球 300 的功能，提高了网球训练装置的自动化程度。传

输壳体 31、主动轮 32、环形传输带 33、从动轮 34 和多个挡球板 35, 上述部件的设置可以实现网球 300 连续的进行传输, 保证了网球传输的连续性。

5 如图 4 所示, 在本实施例的技术方案中, 进球口为两个, 两个进球口分别位于环形传输带 33 的两侧的传输壳体 31 的壁面上, 两个进球口交错设置。这样可以两个网球 300 同时进入传输壳体 31 内, 上述结构提高了网球 300 传输的效率。

如图 1 所示, 在本实施例的技术方案中, 收球组件 20 固定在支撑框架组件 10 上。上述结构比较稳固, 一体化效果比较好。

10 如图 1 所示, 在本实施例的技术方案中, 网球训练装置还包括控制组件 70, 控制组件 70 设置在支撑框架组件 10 上。控制组件 70 的设置进一步提高了智能化的程度, 控制组件 70 可以为云服务器、手机和/或电脑。

需要说明的是, 如图 2 和图 3 所示, 支撑框架组件 10 还包括 15 13、侧网转轴, 14、斜面伞形齿轮 A, 15、斜面伞形齿轮 B, 16、顶网转轴, 17、管式电机, 18、外接电源线, 19、电机轴及轴套。拉丝 14.1, 盘丝轮 14.2, 长轴 14.3, 从动齿轮 14.4, 传动齿轮 14.5、收球槽折叠电机 14.6 和进球硬板 14.7。

20 通过上述可知: 智能型网球基础训练装置, 包括主框体、击球幕、折叠收球槽、升球系统、抛球系统(弹性给球组件 40)、带感应器专用网球拍、伸缩拦网(布)、高速摄像头、投影仪、电控箱、操作按钮盒和云服务器等。

主框体(支撑框架组件 10)由铝合金型材框架及封闭板构成。其宽*高*厚度尺寸分别为: 3000*3000*300mm。主框体的前面装射 25 击球幕、折叠收球槽和伸缩拦网(布); 框体下部中间部位装设升球系统和抛球系统; 顶部伸缩拦网的前杆上安装了高速摄像头和投影仪, 电控和操作系统装设在主框体内的侧边。可落地安装于室外或室内各种有硬质地面的场所, 适合从初学到进级各阶段的网球练习者。

30 该网球训练装置成套整体出厂, 现场所找平落地安装或挂装,

接上电源即可投入使用。训练时，先打开电源开关，手机扫码登录，一键开启网球训练装置，前面的伸缩拦网（收球组件的两侧的挡球网）自动伸出，升球系统、抛球系统、高速摄像头 21 和投影仪 22 等自动投入运行。在另备的球（网球 300）和球拍（网球拍 200）

- 5 领取箱处领出球拍和一定数量的网球（比如 20 个，非初次练习则不需领球，球已预存在练习装置内），即可先进行发球练习。练习发球时可先关闭升球系统和抛球系统，所发球打到击球幕上掉入下面的折叠收球槽内，并集中存于升球系统的进球口前部位，一篮球发完后可将收球槽内的网球捡拾放到网球篮内，回位后继续练习发球。

当练习击球时，则依次打开升球系统和抛球系统，并选择好抛球力度和角度（或选择左侧/右侧击球），收球槽内的网球即可通过升球系统进入到抛球系统，按设定的方向和力度抛出到指定位置，供练习者练习击球。击出的网球被打到击球幕上后又掉落至收球槽内，循环往复进行击球练习。

- 15 发球和击球练习中，装置自带的高速摄像头会对每次发球/击球时的肢体动作、击球瞬间、球的初始飞行轨迹等进行录像并通过内置的特定算法予以识别，模拟击出的网球在标准网球场上的飞行轨迹和落点，自动对比装置内置的评测标准，给予练习者一个清晰的评分。并将评测结果投影于击球幕上。

停止练习时，先关掉抛球系统，让升球系统继续运行一定时间，待收球槽内的网球全部经升球系统进入到抛球球系统的贮球盒后，再关闭升球系统，伸缩拦网退回复位，整个电源关闭。练习者可在手机上进行结算和查看本次训练的统计结果。

- 25 如图 10 所示，实施例二的技术方案与实施例一的区别在于，网球训练装置没有控制组件 70。这样可以根据个人的情况，选取不同的网球训练装置。

- 如图 9 所示，收球组件 20 的细节结构为：侧网边框 50.1，侧网边框长槽 50.2，顶网前梁 50.3，顶网前梁长槽 50.4 和滑动销 50.5，通过滑动销 50.5 的滑动实现侧网边框 50.1 的收起或者展开。

5 网球训练装置上，少装主框体顶部和两侧的伸缩拦网（布），高速摄像头安装在主框体上缘横杆上，不装投影仪，而在击球幕的上部设一块 LED 电子显示屏，用于即时显示每次击球的评测结果，主框体内还装设有灯管或灯带，与击球幕一起形成可清楚显示的灯箱，方便晚间练习时清楚地看到网球在击球幕上的落点位置。该实施例适应于安装在现有标准网球场内的边网和端网上，采用专门的挂装支架挂装，不练习时占用的场地非常小，不影响对打和球场上的训练。

10 使用方法和训练过程也与实施例一相同，所不同的是练习中没有将模拟和评测结果投影显示在击球幕上，而是将评测结果在 LED 显示屏上显示。

15 实施例三的技术方案与实施例一的区别在于，在实施例一的基础上，不装高速摄像头和投影仪，也不装 LED 显示屏，不配置评测和模拟软件，而改为在击球幕上通过划线和颜色区分将击球幕分成不同得分区域，网球打在某个落球区域就表示网球在标准网球场上会落到对应的得分区内，通过人眼观察粗略地判断每次击球的优劣。主框体内还装设有灯管或灯带，与击球幕一起形成可清楚显示的灯箱，方便光线不佳时段练习时清楚地看到网球在击球幕上的落点位置。该实施方式适合在相对落后的地方（如边远山区）的学校和其他场所使用，费用低廉，维护量少且简单。为防止室外安装网球飞出难捡，保留主框体顶面和两侧的伸缩网（布）。主框体采用落地安装方式，四个落地脚通过螺栓固定于基础预埋铁上，或膨胀螺栓固定于找平的硬化地面上。

25 使用方法和训练过程也与实施例一基本相同，但不对每次发球或击球进行识别和模拟，也不进行电脑软件测评。仅通过人眼观察在击球幕上的落球位置来进行简单的判定。

本公开一实施例提供的方法可以在手机、控制器、服务器、计算机或者类似的运算调度装置中执行。

30 在本实施例中提供了网球训练的模拟方法，图 11 是根据本公

开实施例的网球训练的模拟方法的流程图，如图 11 所示，该流程包括如下步骤：

步骤 S202，通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集现实球场中的击球图像，其中，现实球场中部署有网球训练装置，

- 5 网球训练装置包括：拦球组件；收球组件，收球组件与拦球组件相邻设置，收球组件具有收球口；给球组件，给球组件位于收球组件的远离拦球组件的一侧，收球组件将收集的网球输送至给球组件，给球组件具有出球口，本实施例的方案可以应用在网球等击打类型的球类运动的训练中，可以利用较小的场地模拟出真实的训练效果；
- 10

步骤 S204，根据击球参数和击球图像计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数，在一个示例中，第一轨迹参数包括第一运动轨迹的轨迹终点参数；

- 步骤 S206，基于第一轨迹参数计算目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数，其中，目标网球的球场包括现实球场和虚拟球场，本实施例的虚拟球场是三维虚拟球场，通过幕布、显示屏等显示在现实球场边界上，从而实现与现实球场之间的虚拟结合，成为一个完整的球场。
- 15

- 步骤 S208，采用第二轨迹参数渲染目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹，其中，目标网球的运动轨迹包括第一运动轨迹和第二运动轨迹。
- 20

- 第一运动轨迹和第二运动轨迹组成了目标网球运动的完整轨迹，用户通过肉眼观测现实球场上飞行的第一运动轨迹，在显示端上实时观看虚拟球场上飞行的第二运动轨迹，从而体验到完整的击球过程和体验。
- 25

- 通过上述步骤，通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集现实球场中的击球图像，根据击球参数和击球图像计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数，基于第一轨迹参数计算目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数，其中，目标网球的球场包括现实球场和虚拟球场，采用第二轨迹参数渲染目标网球在
- 30

虚拟球场中运动时的第二运动轨迹，其中，目标网球的运动轨迹包括第一运动轨迹和第二运动轨迹，通过计算目标网球在现实球场中运动时的第一轨迹参数和虚拟球场中运动时的第二轨迹参数，并渲染目标网球在虚拟球上中的运动轨迹，采用现实球场和虚拟

5 球场相结合的方式，解决了场地限制，解决了相关技术中不能通过虚拟球场拓展运动场地的技术问题。

在本实施例的一个实施方式中，通过球拍采集现实球场中的击球参数包括：通过球拍上的速度传感器采集现实球场中的击球速度；通过球拍上的方向传感器采集现实球场中的击球角度；通过

10 球拍上的高度传感器采集现实球场中的击球高度；其中，击球参数包括：击球速度，击球角度，击球高度。将速度传感器，方向传感器，高度传感器在击球过程（球和拍面接触）中的最大值作为输出的击球速度，击球角度，击球高度。

本实施例的击球高度可以是球拍拍面中心的高度，在某些实施方案中，还可以通过球拍上的位置传感器采集现实球场中在球拍上的击球位置。除了通过传感器采集之外，也可以通过图像传感器采集图像帧，通过目标检测算法定位图像帧中的目标网球，通过

15 连续时间采集的图像帧计算击球过程中目标网球的位置变化，结合现实球场中的参照物，进而计算出击球参数，包括击球速度，击球角度和击球高度。

在本实施例中，采集现实球场中的击球图像包括：通过摄像单元采集击球过程中的身体动作图像和球体运动图像，其中，该现实球场部署有多个摄像单元，部署在不同的位置，可以实现 360 全景图像采集。

25 在本实施例的一个实施方式中，根据击球参数和击球图像计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数包括：

S11，采用击球参数计算目标网球的第一初始运动参数，其中，第一初始运动参数包括：起点运动速度，起点运动方向，起点高度；

S12，获取现实球场中的环境阻力系数，该环境阻力系数可以

30 是经验值，预先配置在控制装置中；

S13, 采用第一初始运动参数和环境阻力系数计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数, 其中, 轨迹终点参数包括: 终点运动速度, 终点运动方向, 终点高度;

S14, 采用击球图像修正第一运动轨迹的轨迹终点参数。

- 5 本实施例的击球图像用于对击球参数进行校正和选择, 例如, 通过击球图像, 选择球体最后离开球拍时的感应数据作为第一初始运动参数, 采用身体动作图像和球体运动图像, 基于图像视觉算法计算球体的运动速度和运动方向, 运动高度, 然后与球拍采集的击球参数进行加权求和, 或者选择最大值, 作为最终输出的第一初始运动参数。
- 10

通过采集多帧击球图像, 如网球在飞行过程中, 飞行结束时的关键图像, 基于视觉算法进行采样和计算, 可以得到动态轨迹(第一运动轨迹)的轨迹终点参数。

- 15 在一个示例中, 采用第一初始运动参数和环境阻力系数计算目标网球在现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数包括: 获取现实球场的第一球场长度, 以及获取目标网球的球体重量; 将第一球场长度设置为目标网球在现实球场中第一运动轨迹的最长水平长度, 采用第一初始运动参数、球体重量、环境阻力系数计算目标网球运行第一球场长度后的轨迹终点参数。

- 20 由于目标网球在离开球拍后做水平方向或斜上方的抛物落体运动, 在已知球体重量、环境阻力系数, 初速度(速率和方向), 起点高度等参数的情况下, 可以计算其在水平方向的运动距离, 如果限定水平方向运动的最长水平长度, 则可以反向计算球体在到达最长水平长度时的高度, 终点运动速度, 终点运动方向等。

- 25 在本实施例的另一示例中, 还可以在现实球场的边界位置设置的显示端(如投影仪幕布, 显示屏)上设置感应器, 该边界是现实球场和虚拟球场之间的边界, 球体通过边界进入虚拟球场(视觉上), 感应器可以感知目标网球到达边界时的落点运动参数, 将该落点运动参数作为轨迹终点参数, 包括: 终点运动速度, 终点运动方向, 终点高度。
- 30

在本实施例的一个实施方式中，基于第一轨迹参数计算目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数包括：确定第一轨迹参数中目标网球在现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数，其中，轨迹终点参数包括：终点运动速度，终点运动方向，终点高度；将轨迹终点参数配置为目标网球在虚拟球场的第二初始运动参数；采用第二初始运动参数计算目标网球在真实场景中模拟运动的中间运动参数和终止运动参数，并将中间运动参数和终止运动参数确定为目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数。

由于本实施例的现实球场和虚拟球场是相邻且无缝衔接的，边界为显示虚拟球场的幕布等显示端，因此球体在现实球场终点的运动参数（轨迹终点参数）即为虚拟球场的初始运动参数，基于该轨迹终点参数，球体在虚拟场球上继续飞行，直到终点和静止。本实施例通过先采用第二初始运动参数模拟球体在真实场景中运动，将运动过程和运动结束时的运动参数作为虚拟球场的第二轨迹参数。

在一个示例中，采用第二轨迹参数渲染目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹包括：采用第二轨迹参数拟合目标网球在世界坐标系上的第三运动轨迹；获取虚拟球场的缩略坐标系，并将第三运动轨迹从世界坐标系转换至缩略坐标系，得到第二运动轨迹；在虚拟球场所在的虚拟画面上动态显示第二运动轨迹。

本实施例的第二轨迹参数包括多个时间点的运动速率，方向，（相对地面参考物）垂直高度，水平高度，通过拟合，可以生成运动轨迹，由于虚拟球场是与真实球场呈比例缩小的，所以需要按照虚拟球场的缩略坐标系进行转换和映射，得到缩小后的第二运动轨迹（第二运动轨迹与第三运动轨迹的走势相同，坐标值不同）。

在某些实施方案中，在采用第二轨迹参数渲染目标网球在虚拟球场中运动时的第二运动轨迹之后，还包括：根据所述击球参数和所述击球图像计算击球人员的击球动作参数，其中，所述击球动作参数用于表征所述击球人员击球时的动作标准程度；根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述虚拟球场的运动质

量参数,其中,所述运动质量参数用于表征所述目标网球被击球人员打击后运动轨迹的标准程度。

本实施例的击球动作参数和运动质量参数可以通过评测分数或等级呈现给用户,显示在客户端上,网球姿势的纠偏时,通过人体姿势识别,包括手、肘、肩和腰,步法等关键点的追踪数据,复原运动员的全身动作,用来与标准动作比对,得出评测分,让运动员明白打球姿势的错误,追求更高、更符合标准姿势的期待值,从而提高击球水平。

在一个示例中,根据所述击球参数和所述击球图像计算击球人员的击球动作参数包括:

S21,从所述击球图像中解析出多个运动肢体节点;

S22,从所述多个运动肢体节点中选择若干个关键肢体节点,其中,所述关键肢体节点是网球训练过程中需要发力的肢体节点,所述关键肢体节点包括:手、肘、肩、腰、脚;

S23,采用所述若干个关键肢体节点创建动态 3D 人体模型,并根据所述动态 3D 人体模型的运动幅度计算击球人员的击球动作参数;

S24,采用所述击球参数修正所述击球动作参数。

在某些实施方案中,根据所述动态 3D 人体模型的运动幅度计算击球人员的击球动作参数包括:在起始挥拍时间,中间挥拍时间,结束挥拍时间定格所述动态 3D 人体模型;在预设坐标系中添加所述动态 3D 人体模型被定格后关键肢体节点的坐标位置组合,其中,坐标位置组合包括对应关键肢体节点在起始挥拍时间,中间挥拍时间,结束挥拍时间的坐标位置;针对每个关键肢体节点,按照定格时间依次连接坐标位置组合中的所有坐标位置,生成肢体运动轨迹;计算所述肢体运动轨迹与预设标准动作轨迹的动作匹配度;将所述动作匹配度确定为击球人员的击球动作参数。

除了图像视觉识别之外,还可以通过硬件识别,通过在球拍前端安置一个追踪器,追踪器提供轨迹数据,计算机可以复原球拍的轨迹,用来与标准球拍轨迹比对,得出评测分或等级。

在一个示例中，根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述虚拟球场的运动质量参数包括：根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；基于所述第一轨迹参数计算所述目标网球在所述虚拟球场的第二轨迹参数；采用所述第二轨迹参数拟合所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹；计算所述第二运动轨迹与预设标准运动轨迹的姿态匹配度，其中，所述预设标准运动轨迹的运动姿态包括：方向，弧度，速度，落点，高度；将所述姿态匹配度确定为所述目标网球在所述虚拟球场的运动质量参数。

- 5 通过计算和识别网球的落点，球速，旋转，弧度等轨迹参数，计算和模拟击出网球是否过网，过网以后在球场的飞行姿态，落点（根据落点质量划分区域），根据击球力度，落点难度等划分落点区域相对应的评测分数，给击球员直观的评测分数。

- 10 在本实施例的一个实施方式中，在根据所述击球参数和所述击球图像计算击球人员的击球动作参数之后，还包括：判断所述击球动作参数是否低于第一标准阈值；若所述击球动作参数低于第一标准阈值，从所述击球动作参数的多个参数项中选择动作参数最低的第一肢体节点，其中，所述击球动作参数包括多个参数项，每个参数项对应一个动作参数；在预设数据库中查找与所述第一肢体节点相关的第一动作纠偏资源；向用户终端推送所述第一动作纠偏资源。

- 15 在本实施例的另一个实施方式中，在根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述虚拟球场的运动质量参数之后，还包括：判断所述运动质量参数是否低于第二标准阈值；若所述击球动作参数低于第二标准阈值，从所述运动质量参数的多个参数项中选择质量参数最低的运动姿态，其中，所述运动质量参数包括多个参数项，每个参数项对应一个质量参数，所述运动姿态包括：方向，弧度，速度；在预设映射表中查找与所述运动姿态的关联度最大的第二肢体节点；在预设数据库中查找与所述第二肢体节点相关的第二动作纠偏资源；向用户终端推送所述第二动作纠偏资源。

源。

本实施例的动作纠偏资源可以是标准动作的教学视频，图片，文字说明，也可以是教学课程，购买链接等。

5 在一些示例中，在通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集所述现实球场中的击球图像之前，还包括：在人机交互界面输入训练参数信息，其中，所述训练参数信息包括：球员水平级别，训练课程，训练项目；采用所述训练参数信息生成所述击球动作参数的第一标准阈值和所述运动质量参数的第二标准阈值。

10 本实施例通过计算击球动作参数和运动质量参数，训练者或者其他人员可以依此判断训练者在进行网络训练时的动作和球路是否符合标准，进而进行针对性改进和提升。提供给击球人员一个综合的参数指标，对每次击球进行总结，直观地看到自己的进步，提高打球的兴趣和信心，提高人机交互效率。

15 图 12 是本公开实施例中系统的结构图，包括：摄像头，感应测量元件（速度传感器等），控制箱，现场服务器，手操箱，投影仪，云服务器，手机终端。图 13 是公开实施例的操作流程图，在此以目标网球为网球为例，在此进行说明，基于 AI 智能评测的网球基础模拟训练方法包括：

采用摄像单元记录运动员多点的身体动作和运动轨迹；

20 在特制的网球拍上加装感应元件，精确捕捉球拍击球和力度和角度；

运用人工智能（AI）算法对运动员的发球和正反手挥拍动作的肢体节点进行仿真模拟，记录动作数据进行比对，完成运动员的动作纠偏和矫正；

25 采用网球飞行轨迹感应单元记录网球的飞行轨迹，监测的数据包括球速，击球点位置，飞行方向等；

运用 3D 算法仿真模拟网球的飞行轨迹，预测击出的网球在球场上的高度和落点，判断击球的有效性；并采用影像化功能实现虚拟实际网球场地打球场景，帮助运动员判断击球的有效性。

30 本实施例的系统在功能上包括以下单元：

感应单元,包括数据监测单元,采用红外线感应单元,RGB摄像头等对运动员的肢体节点,网球运动轨迹等数据进行监测和收集;

数据传输单元,将监测和收集的数据转化为数字信号传输给
5 服务器;

服务器的中央数据控制单元,具有强大的运算功能,对数据进行 AI 运算和 3D 模拟仿真,提供数据库参数对比,给运动员反馈训练效果和动作矫正;

服务器的数据存储和分析单元,对运动员的训练效果进行时间
10 周期的积累、分析和优化,并发送周期性的分析报告;

云平台管理单元,运动员的数据通过互联网、5G 等通讯协议上传云平台,进行后台综合管理;

信息分享单元,采用手机 APP 的方式与运动员进行信息共享,包括账号管理,场地预约,运动统计,教练预约等功能;

15 自然人机交互单元,采用人脸、指纹或语音识别功能,方便系统的各种功能和参数的切换,提高运动员的运动体验感。

通过监测的运动员肢体节点运动和网球的飞行轨迹,包括网球发球和正反手挥拍,实现初学者对网球基础动作的快速掌握和熟练,尽快适应网球运动,享受网球运动的快乐。

20 所述的监测数据还包括运动员的肢体节点数据,手,肩,腰,步法等关键参数;所述的监测数据还包括网球拍的运动轨迹,用于精确模拟和评测运动员的身体动作准确性;所述的网球击球模拟系统具有多套,均可实现与服务器连接,进行数据的存储,分析和分享;全部终端数据可采用 5G 等通信协议连接互联网,实现同步
25 在云平台共享,通过手机 APP 与用户互动;所述的网球击球模拟系统还采用人脸、指纹或语音识别功能,方便各种功能和参数的切换,提高运动员的体验感。

本实施例的方案记载了网球基础动作的模拟训练方法,训练网球初学者的正反手击球和发球的基础动作,迅速掌握网球运动
30 基本技能,提高网球爱好者的兴趣,尽快与实战相结合。网球初学

者在特定训练区域内，站在设定位置上挥拍击打从上方固定位置垂直落下从地面反弹上来的网球，将球打在正前方的幕布上。设置在此区域内的摄像头和传感装置，通过多个感应单元，可以捕捉到运动员的正反手挥拍和发球等动作的肢体节点运动，将数据传输到中心计算机处理器，利用先进的 3D 算法系统，真实还原身体动作的击球准确度，通过与数据库内不同年龄和性别运动员的标准动作比对，给出相应的 AI 评测分数，帮助运动员纠正动作并提供运动员动作纠偏的数据统计和建议；同时，训练区域内的感应元件还可捕捉网球的飞行轨迹，输入控制中心进行分析计算，计算网球的飞行速度、弧度和方向，并预测网球击出后落到实际网球场地的具体落点，帮助运动员判断击球的准确率及有效性，及时调整击球的力度、弧度和方向。这套基于 AI 智能评测的网球基础模拟训练方法可以帮助网球初学者通过原地反复击球训练而迅速掌握网球运动的基本动作，纠正网球初学者的不良习惯，克服初学者的紧张心态，从而达到网球运动快速入门之目的。正确使用该模拟训练方法，参照美国网球协会 NTRP（National Tennis Rating Program）标准制定，网球初学者可在短时间达到 3.0-3.5 级，从而帮助网球初学者迅速跨越学习初期的障碍期，享受到网球运动的快乐，有效地推动网球运动在全民运动的普及和推广。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到根据上述实施例的方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对相关技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质（如 ROM/RAM、磁碟、光盘）中，包括若干指令用以使得一台终端设备（可以是手机，计算机，服务器，或者网络设备等等）执行本公开各个实施例所述的方法。

在本实施例中还提供了网球训练的模拟装置，用于实现上述实施例及实施方式，已经进行过说明的不再赘述。如以下所使用的，

术语“模块”可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现，但是硬件，或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

图 14 是根据本公开实施例的网球训练的模拟装置 5 的结构框图，如图 14 所示，该装置包括：采集模块 51，第一计算模块 52，第二计算模块 54，渲染模块 56，其中，

采集模块 51，用于通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集所述现实球场中的击球图像，其中，所述现实球场中部署有网球训练装置，所述网球训练装置包括：拦球组件；收球组件，所述收球组件与所述拦球组件相邻设置，所述收球组件具有收球口；给球组件，所述给球组件位于所述收球组件的远离所述拦球组件的一侧，所述收球组件将收集的网球输送至所述给球组件，所述给球组件具有出球口；

第一计算模块 52，用于根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；

第二计算模块 54，用于基于所述第一轨迹参数计算所述目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数，其中，所述目标网球的球场包括所述现实球场和所述虚拟球场；

渲染模块 56，用于采用所述第二轨迹参数渲染所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹，其中，所述目标网球的运动轨迹包括所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹。

在某些实施方案中，所述采集模块包括：第一采集单元，用于通过所述球拍上的速度传感器采集现实球场中的击球速度；第二采集单元，用于通过所述球拍上的方向传感器采集现实球场中的击球角度；第三采集单元，用于通过所述球拍上的高度传感器采集现实球场中的击球高度；第四采集单元，用于通过所述球拍上的力量传感器采集现实球场中的击球力度；第五采集单元，用于通过所述球拍上的追踪器采集现实球场中的球拍挥动轨迹；其中，所述击球参数包括：所述击球速度，所述击球角度，所述击球高度，击球力度，球拍挥动轨迹。

在某些实施方案中，所述第一计算模块包括：第一计算单元，用于采用所述击球参数计算所述目标网球的第一初始运动参数，其中，所述第一初始运动参数包括：起点运动速度，起点运动方向，起点高度；获取单元，用于获取所述现实球场中的环境阻力系数；

5 第二计算单元，用于采用所述第一初始运动参数和所述环境阻力系数计算所述目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数，其中，所述轨迹终点参数包括：终点运动速度，终点运动方向，终点高度；修正单元，用于采用所述击球图像修正所述第一运动轨迹的轨迹终点参数。

10 在某些实施方案中，第二计算单元包括：获取子单元，用于获取所述现实球场的第一球场长度，以及获取所述目标网球的球体重量；计算子单元，用于将所述第一球场长度设置为目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的最长水平长度，采用所述第一初始运动参数、所述球体重量、所述环境阻力系数计算所述目标网球运行所述第一球场长度后的轨迹终点参数。

15

在某些实施方案中，所述第二计算模块包括：确定单元，用于确定所述第一轨迹参数中所述目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数，其中，所述轨迹终点参数包括：终点运动速度，终点运动方向，终点高度；配置单元，用于将轨迹终点参数

20 配置为所述目标网球在虚拟球场的第二初始运动参数；计算单元，用于采用所述第二初始运动参数计算所述目标网球在真实场景中模拟运动的中间运动参数和终止运动参数，并将所述中间运动参数和终止运动参数确定为所述目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数。

25 在某些实施方案中，所述渲染模块包括：拟合单元，用于采用所述第二轨迹参数拟合所述目标网球在世界坐标系上的第三运动轨迹；转换单元，用于获取所述虚拟球场的缩略坐标系，并将所述第三运动轨迹从所述世界坐标系转换至所述缩略坐标系，得到所述第二运动轨迹；显示单元，用于在所述虚拟球场所在的虚拟画面上动态显示所述第二运动轨迹。

30

在某些实施方案中，所述装置还包括：第三计算模块，用于在所述渲染模块采用所述第二轨迹参数渲染所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹之后，根据所述击球参数和所述击球图像计算击球人员的击球动作参数，其中，所述击球动作参数
5 用于表征所述击球人员击球时的动作标准程度；第四计算模块，用于根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述虚拟球场的运动质量参数，其中，所述运动质量参数用于表征所述目标网球被击球人员打击后运动轨迹的标准程度。

在某些实施方案中，所述第三计算模块包括：解析单元，用于
10 从所述击球图像中解析出多个运动肢体节点；选择单元，用于从所述多个运动肢体节点中选择若干个关键肢体节点，其中，所述关键肢体节点是网球训练过程中需要发力的肢体节点，所述关键肢体节点包括：手、肘、肩、腰、脚；计算单元，用于采用所述若干个关键肢体节点创建动态 3D 人体模型，并根据所述动态 3D 人体模
15 型的运动幅度计算击球人员的击球动作参数；修正单元，用于采用所述击球参数修正所述击球动作参数。

在某些实施方案中，所述计算单元包括：定格子单元，用于在起始挥拍时间，中间挥拍时间，结束挥拍时间定格所述动态 3D 人体模型；添加子单元，用于在预设坐标系中添加所述动态 3D 人体
20 模型被定格后关键肢体节点的坐标位置组合，其中，坐标位置组合包括对应关键肢体节点在起始挥拍时间，中间挥拍时间，结束挥拍时间的坐标位置；连接子单元，用于针对每个关键肢体节点，按照定格时间依次连接坐标位置组合中的所有坐标位置，生成肢体运动轨迹；计算子单元，用于计算所述肢体运动轨迹与预设标准动作
25 轨迹的动作匹配度；确定子单元，用于将所述动作匹配度确定为击球人员的击球动作参数。

在某些实施方案中，所述第四计算模块包括：第一计算单元，用于根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；第二计算单元，用于基于所
30 述第一轨迹参数计算所述目标网球在所述虚拟球场的第二轨迹参

数；拟合单元，用于采用所述第二轨迹参数拟合所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹；第三计算单元，用于计算所述第二运动轨迹与预设标准运动轨迹的姿态匹配度，其中，所述预设标准运动轨迹的运动姿态包括：方向，弧度，速度，落点，高度；

- 5 确定单元，用于将所述姿态匹配度确定为所述目标网球在所述虚拟球场的运动质量参数。

需要说明的是，上述各个模块是可以通过软件或硬件来实现的，对于后者，可以通过以下方式实现，但不限于此：上述模块均位于同一处理器中；或者，上述各个模块以任意组合的形式分别位于不同的处理器中。

10

本公开的实施例还提供了存储介质，该存储介质中存储有计算机程序，其中，该计算机程序被设置为运行时执行本公开所述方法中的步骤。

- 15 在某些实施方案中，上述存储介质可以被设置为存储用于执行以下步骤的计算机程序：

S1，通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集所述现实球场中的击球图像，其中，所述现实球场中部署有网球训练装置，所述网球训练装置包括：拦球组件；收球组件，所述收球组件与所述拦球组件相邻设置，所述收球组件具有收球口；给球组件，所述给球组件位于所述收球组件的远离所述拦球组件的一侧，所述收球组件将收集的网球输送至所述给球组件，所述给球组件具有出球口；

20

S2，根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；

25

S3，基于所述第一轨迹参数计算所述目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数，其中，所述目标网球的球场包括所述现实球场和所述虚拟球场；

S4，采用所述第二轨迹参数渲染所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹，其中，所述目标网球的运动轨迹包括

30

所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹。

在某些实施方案中，上述存储介质可以包括但不限于：U 盘、只读存储器（Read-Only Memory，简称为 ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory，简称为 RAM）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储计算机程序的介质。

如图 15 所示，本公开的实施例还提供了电子设备 6，包括处理器 61、通信接口 62、存储器 63 和通信总线 64，处理器 61、通信接口 62、存储器 63 通过通信总线 64 完成相互间的通信，该存储器 63 中存储有计算机程序，该处理器 61 被设置为运行存储器 63 上所存放的计算机程序以执行本公开所述方法中的步骤。

在某些实施方案中，上述电子设备 6 还可以包括传输设备以及输入输出设备（未图示），其中，该传输设备和上述处理器 61 连接，该输入输出设备和上述处理器 61 连接。

存储器 63 可包括高速随机存储器，还可包括非易失性存储器，如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中，存储器 63 可进一步包括相对于处理器 61 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至服务器。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

在某些实施方案中，上述处理器 61 可以被设置为通过计算机程序执行以下步骤：

S1，通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集所述现实球场中的击球图像，其中，所述现实球场中部署有网球训练装置，所述网球训练装置包括：拦球组件；收球组件，所述收球组件与所述拦球组件相邻设置，所述收球组件具有收球口；给球组件，所述给球组件位于所述收球组件的远离所述拦球组件的一侧，所述收球组件将收集的网球输送至所述给球组件，所述给球组件具有出球口；

S2，根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；

S3, 基于所述第一轨迹参数计算所述目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数, 其中, 所述目标网球的球场包括所述现实球场和所述虚拟球场;

5 S4, 采用所述第二轨迹参数渲染所述目标网球在所述虚拟球
场中运动时的第二运动轨迹, 其中, 所述目标网球的运动轨迹包括
所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹。

在某些实施方案中, 本实施例中的具体示例可以参考上述实施例及可选实施方式中所描述的示例, 本实施例在此不再赘述。

10 在本公开的上述实施例中, 对各个实施例的描述都各有侧重,
某个实施例中沒有详述的部分, 可以参见其他实施例的相关描述。

在本公开所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的技术
内容, 可通过其它的方式实现。其中, 以上所描述的装置实施例仅
仅是示意性的, 例如所述单元的划分, 仅仅为逻辑功能划分, 实际
实现时可以有另外的划分方式, 例如多个单元或组件可以结合或
15 者可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另一
点, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以
是通过一些接口, 单元或模块的间接耦合或通信连接, 可以是电性
或其它的形式。

20 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上
分开的, 作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元, 即
可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据
实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的
目的。

25 另外, 在本公开各个实施例中的各功能单元可以集成在一个
处理单元中, 也可以是各个单元单独物理存在, 也可以两个或两个
以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的
形式实现, 也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立
的产品销售或使用, 可以存储在一个计算机可读取存储介质中。
30 基于这样的理解, 本公开的技术方案本质上或者说对相关技术做

出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可为个人计算机、服务器或者网络设备等等）执行本公开各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、只读存储器（ROM, Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM, Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述仅是本公开的具体实施方式，使本领域技术人员能够理解或实现本公开。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本公开的实质或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本公开将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权利要求书

1. 网球训练装置，其包括：

支撑框架组件；

5 收球组件，所述收球组件与所述支撑框架组件的靠近发球侧相邻设置；

传球组件，所述传球组件的进球口与所述收球组件相连；

弹性给球组件，所述弹性给球组件与所述传球组件的出球口相连，所述弹性给球组件可将网球向远离所述支撑框架组件的一侧弹射。

10 2. 根据权利要求 1 所述的网球训练装置，其中，所述弹性给球组件包括给球壳体、转动抛球臂、转动架和第一驱动部，所述转动架安装在所述给球壳体内，所述转动抛球臂的中部可转动地与所述转动架相连，所述转动抛球臂的抛球端位于所述转动架的背离所述支撑框架组件的一侧，所述第一驱动部与所述转动抛球臂的
15 施力端相配合，所述施力端位于所述转动架的远离所述抛球端的一侧。

3. 根据权利要求 2 所述的网球训练装置，其中，所述第一驱动部包括电磁线圈、铁磁体和弹性件，所述铁磁体固定在所述施力端，所述电磁线圈固定在所述给球壳体上，所述弹性件一端连接在
20 所述铁磁体和所述转动架之间的所述施力端，所述弹性件的另一端与所述给球壳体相连。

4. 根据权利要求 3 所述的网球训练装置，其中，所述第一驱动部还包括弹力调节器，所述弹力调节器包括调节器壳体、转轴和抵压块，所述调节器壳体与所述给球壳体相连，所述抵压块与所述转动轴固定相连，所述转动轴可转动地固定在所述调节器壳体上，所述抵压块与
25 所述弹性件的第二段相抵，所述抵压块的周向外壁至所述转动轴的距离不同。

5. 根据权利要求 2 至 4 中任一权利要求所述的网球训练装置，其中，所述抛球端具有凹槽。

30 6. 根据权利要求 2 至 5 中任一权利要求所述的网球训练装置，

其中，所述弹性给球组件还包括贮球盒和落球管，所述落球管的上端与所述贮球盒相连通，所述落球管的下端与所述给球壳体相连通。

5 7.根据权利要求6所述的网球训练装置，其中，所述落球管的内径大于网球的外径小于两倍的所述网球的外径。

8.根据权利要求6或7所述的网球训练装置，其中，所述弹性给球组件还包括第一限位部，所述第一限位部固定在所述给球壳体的内壁，所述转动抛球臂具有抛球状态和待抛球状态，所述转动抛球臂处于所述抛球状态时，所述第一限位部的下端与所述转动抛球臂之间的距离小于网球的外径，所述转动抛球臂处于所述待抛球状态时，所述第一限位部的下端与所述转动抛球臂之间的距离大于网球的外径。

9.根据权利要求8所述的网球训练装置，其中，所述转动抛球臂具有落球点，所述落球点位于所述抛球端和所述转动抛球臂的转动轴之间，所述第一限位部的下端位于所述落球点和所述抛球端之间。

10.根据权利要求8或9所述的网球训练装置，其中，所述弹性给球组件还包括第二限位部，所述第二限位部位于所述转动抛球臂上，所述转动抛球臂处于所述抛球状态时，所述第二限位部处于避开所述落球管的下端的避开位置，所述转动抛球臂处于所述待抛球状态时，所述第二限位部处于所述落球管的下端的限位位置。

11.根据权利要求10所述的网球训练装置，其中，所述第二限位部为限位臂，所述限位臂的第一端与所述转动抛球臂相连，所述限位臂的第二端向远离所述落球管的下端延伸。

12.根据权利要求2至11中任一权利要求所述的网球训练装置，其中，所述弹性给球组件还包括第二驱动部和安装座，所述第二驱动部固定在所述安装部，所述给球壳体可转动地安装在所述安装座上，所述第二驱动部可驱动所述安装座转动。

13.根据权利要求12所述的网球训练装置，其中，所述第二驱

动部包括旋转电机和第一齿轮，所述弹性给球组件还包括第二齿轮，所述第二齿轮可转动地安装在所述安装座上，所述给球壳体固定在所述第二齿轮上，所述旋转电机的输出端与所述第一齿轮相连，所述第一齿轮与所述第二齿轮相啮合。

- 5 14.根据权利要求 1 至 13 中任一权利要求所述的网球训练装置，其中，所述传球组件包括传输壳体、主动轮、环形传输带、从动轮和多个挡球板，所述主动轮、环形传输带、从动轮和多个挡球板均位于所述传输壳体内，所述主动轮和所述从动轮分别位于所述环形传输带的两端，所述多个挡球板相间隔地设置在所述环形传输带的外壁，所述传输壳体的底部具有进球口，所述传输壳体的上部具有出球口，所述传输壳体的进球口与所述收球组件相连，所述传输壳体的出球口与所述弹性给球组件相连。

- 15 15.根据权利要求 14 所述的网球训练装置，其中，所述进球口包括两个进球口，所述两个进球口分别位于所述环形传输带的两侧的所述传输壳体的壁面上，所述两个进球口交错设置。

16.根据权利要求 1 至 13 中任一权利要求所述的网球训练装置，其中，所述收球组件固定在所述支撑框架组件上。

17.根据权利要求 1 至 13 中任一权利要求所述的网球训练装置，其还包括控制组件，所述控制组件设置在所述支撑框架组件上。

- 20 18.网球训练的模拟方法，其包括：

通过球拍采集现实球场中的击球参数，以及采集所述现实球场中的击球图像，其中，所述现实球场中部署有权利要求 1-17 中任一权利要求所述的网球训练装置；

- 25 根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数；

基于所述第一轨迹参数计算所述目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数，其中，所述目标网球的球场包括所述现实球场和所述虚拟球场；

- 30 采用所述第二轨迹参数渲染所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹，其中，所述目标网球的运动轨迹包括所述

第一运动轨迹和所述第二运动轨迹。

19.根据权利要求 18 所述的方法，其中，通过球拍采集现实球场中的击球参数包括：

- 通过所述球拍上的速度传感器采集现实球场中的击球速度；
- 5 通过所述球拍上的方向传感器采集现实球场中的击球角度；
- 通过所述球拍上的高度传感器采集现实球场中的击球高度；
- 通过所述球拍上的力量传感器采集现实球场中的击球力度；
- 通过所述球拍上的追踪器采集现实球场中的球拍挥动轨迹；

其中，所述击球参数包括：所述击球速度，所述击球角度，所述击球高度，所述击球力度，所述球拍挥动轨迹。

20.根据权利要求 18 或 19 所述的方法，其中，根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数包括：

15 采用所述击球参数计算所述目标网球的第一初始运动参数，其中，所述第一初始运动参数包括：起点运动速度，起点运动方向，起点高度；

获取所述现实球场中的环境阻力系数；

采用所述第一初始运动参数和所述环境阻力系数计算所述目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数，其中，所述轨迹终点参数包括：终点运动速度，终点运动方向，终点高度；

采用所述击球图像修正所述第一运动轨迹的轨迹终点参数。

21.根据权利要求 20 所述的方法，其中，采用所述第一初始运动参数和所述环境阻力系数计算所述目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数包括：

25 获取所述现实球场的第一球场长度，以及获取所述目标网球的球体重量；

将所述第一球场长度设置为目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的最长水平长度，采用所述第一初始运动参数、所述球体重量、所述环境阻力系数计算所述目标网球运行所述第一球场长度后的轨迹终点参数。

22.根据权利要求 18 至 21 中任一权利要求所述的方法,其中,基于所述第一轨迹参数计算所述目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数包括:

确定所述第一轨迹参数中所述目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的轨迹终点参数,其中,所述轨迹终点参数包括:终点运动速度,终点运动方向,终点高度;

将轨迹终点参数配置为所述目标网球在虚拟球场的第二初始运动参数;

采用所述第二初始运动参数计算所述目标网球在真实场景中模拟运动的中间运动参数和终止运动参数,并将所述中间运动参数和终止运动参数确定为所述目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数。

23.根据权利要求 18 至 22 中任一权利要求所述的方法,其中,采用所述第二轨迹参数渲染所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹包括:

采用所述第二轨迹参数拟合所述目标网球在世界坐标系上的第三运动轨迹;

获取所述虚拟球场的缩略坐标系,并将所述第三运动轨迹从所述世界坐标系转换至所述缩略坐标系,得到所述第二运动轨迹;

在所述虚拟球场所在的虚拟画面上动态显示所述第二运动轨迹。

24.根据权利要求 18 至 23 中任一权利要求所述的方法,其中,在采用所述第二轨迹参数渲染所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹之后,所述方法还包括:

根据所述击球参数和所述击球图像计算击球人员的击球动作参数,其中,所述击球动作参数用于表征所述击球人员击球时的动作标准程度;

根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述虚拟球场的运动质量参数,其中,所述运动质量参数用于表征所述目标网球被击球人员打击后运动轨迹的标准程度。

25.根据权利要求 24 所述的方法,其中,根据所述击球参数和所述击球图像计算击球人员的击球动作参数包括:

从所述击球图像中解析出多个运动肢体节点;

从所述多个运动肢体节点中选择若干个关键肢体节点,其中,
5 所述关键肢体节点是网球训练过程中需要发力的肢体节点,所述关键肢体节点包括:手、肘、肩、腰、脚;

采用所述若干个关键肢体节点创建动态 3D 人体模型,并根据所述动态 3D 人体模型的运动幅度计算击球人员的击球动作参数;

采用所述击球参数修正所述击球动作参数。

10 26.根据权利要求 25 所述的方法,其中,根据所述动态 3D 人体模型的运动幅度计算击球人员的击球动作参数包括:

在起始挥拍时间,中间挥拍时间,结束挥拍时间定格所述动态 3D 人体模型;

在预设坐标系中添加所述动态 3D 人体模型被定格后关键肢体
15 节点的坐标位置组合,其中,坐标位置组合包括对应关键肢体节点在起始挥拍时间,中间挥拍时间,结束挥拍时间的坐标位置;

针对每个关键肢体节点,按照定格时间依次连接坐标位置组合中的所有坐标位置,生成肢体运动轨迹;

计算所述肢体运动轨迹与预设标准动作轨迹的动作匹配度;

20 将所述动作匹配度确定为击球人员的击球动作参数。

27.根据权利要求 24 至 26 中任一权利要求所述的方法,其中,根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述虚拟球场的运动质量参数包括:

根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实
25 球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数;

基于所述第一轨迹参数计算所述目标网球在所述虚拟球场的第二轨迹参数;

采用所述第二轨迹参数拟合所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹;

30 计算所述第二运动轨迹与预设标准运动轨迹的姿态匹配度,其

中,所述预设标准运动轨迹的运动姿态包括:方向,弧度,速度,落点,高度;

将所述姿态匹配度确定为所述目标网球在所述虚拟球场的运动质量参数。

5 28.网球训练的模拟装置,其包括:

采集模块,配置为通过球拍采集现实球场中的击球参数,以及采集所述现实球场中的击球图像,其中,所述现实球场中部署有权利要求 1-17 中任一权利要求所述的网球训练装置;

10 第一计算模块,配置为根据所述击球参数和所述击球图像计算目标网球在所述现实球场中第一运动轨迹的第一轨迹参数;

第二计算模块,配置为基于所述第一轨迹参数计算所述目标网球在虚拟球场的第二轨迹参数,其中,所述目标网球的球场包括所述现实球场和所述虚拟球场;

15 渲染模块,配置为采用所述第二轨迹参数渲染所述目标网球在所述虚拟球场中运动时的第二运动轨迹,其中,所述目标网球的运动轨迹包括所述第一运动轨迹和所述第二运动轨迹。

29.电子设备,其包括处理器、通信接口、存储器和通信总线,处理器、通信接口、存储器通过通信总线完成相互间的通信,其中:

存储器配置为存放计算机程序;

20 处理器配置为通过运行存储器上所存放的程序来执行权利要求 18 至 27 中任一权利要求所述的方法步骤。

30.存储介质,其包括存储的程序,其中,所述程序运行时执行上述权利要求 18 至 27 中任一权利要求所述的方法步骤。

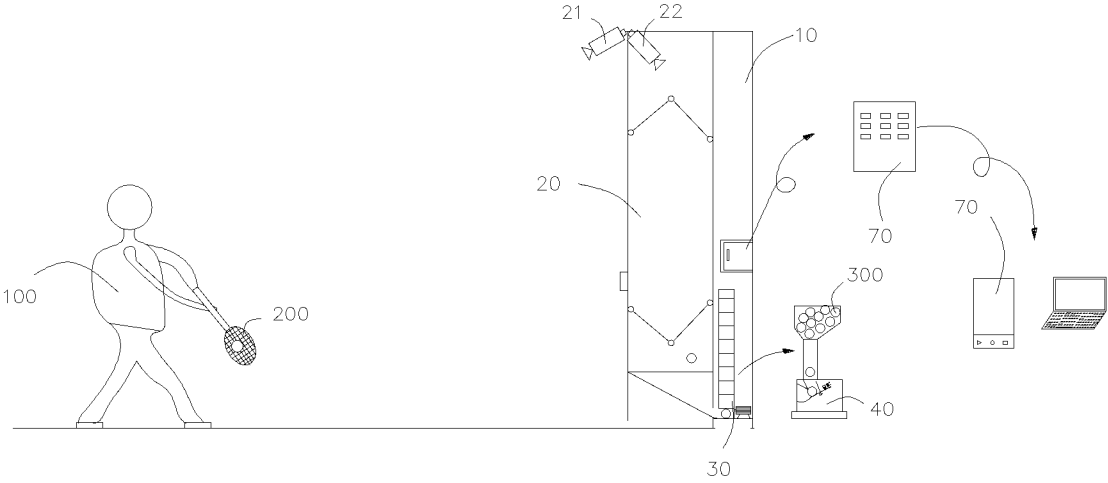


图 1

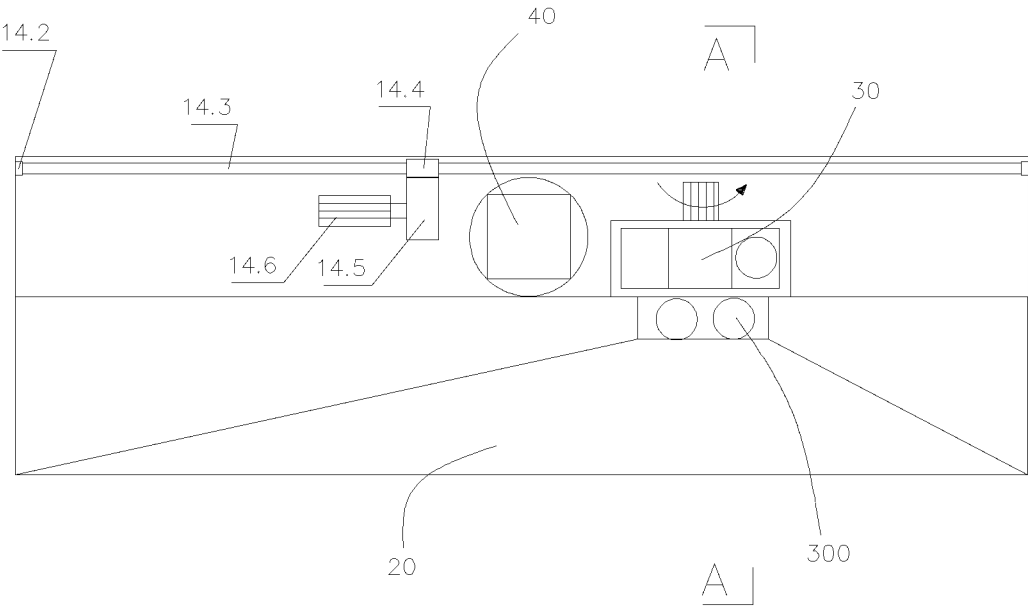


图 2

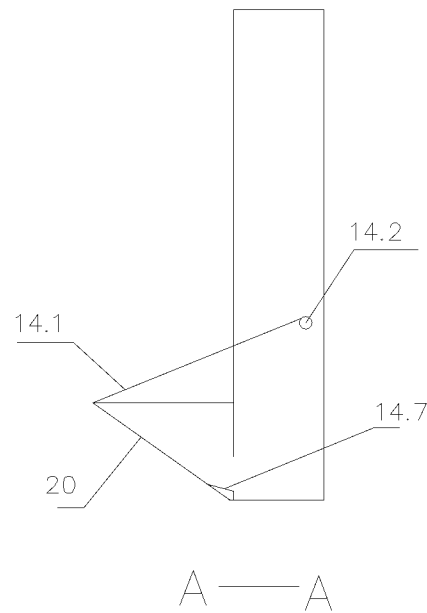


图 3

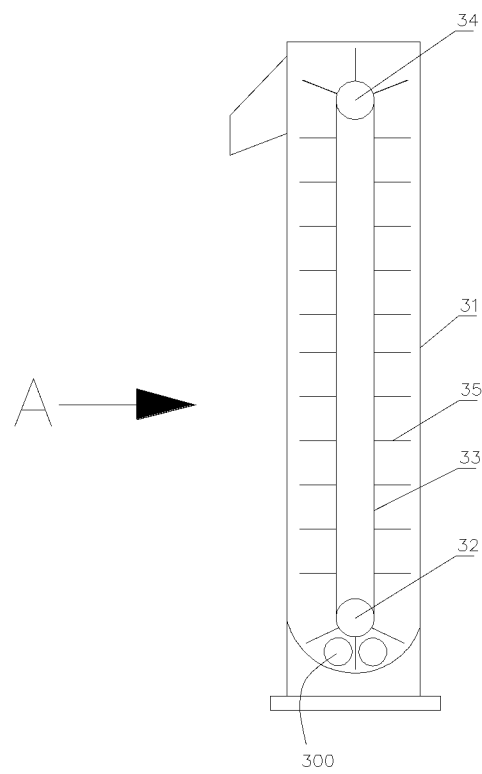


图 4

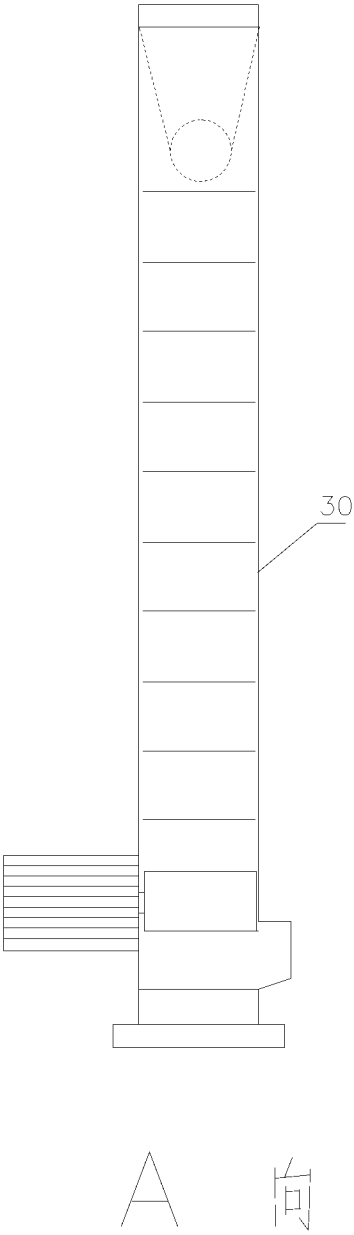


图 5

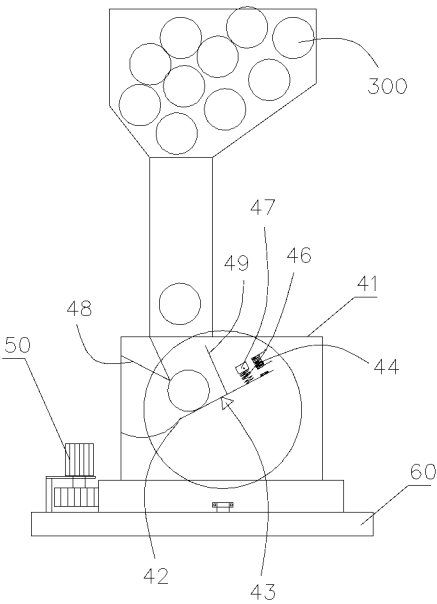


图 6

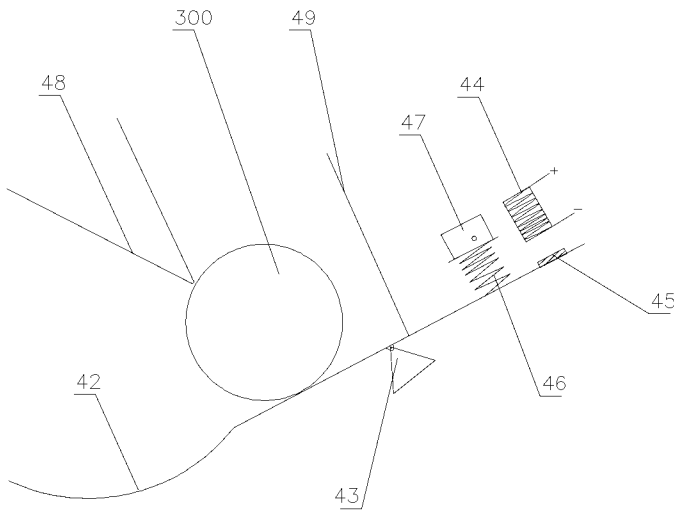


图 7

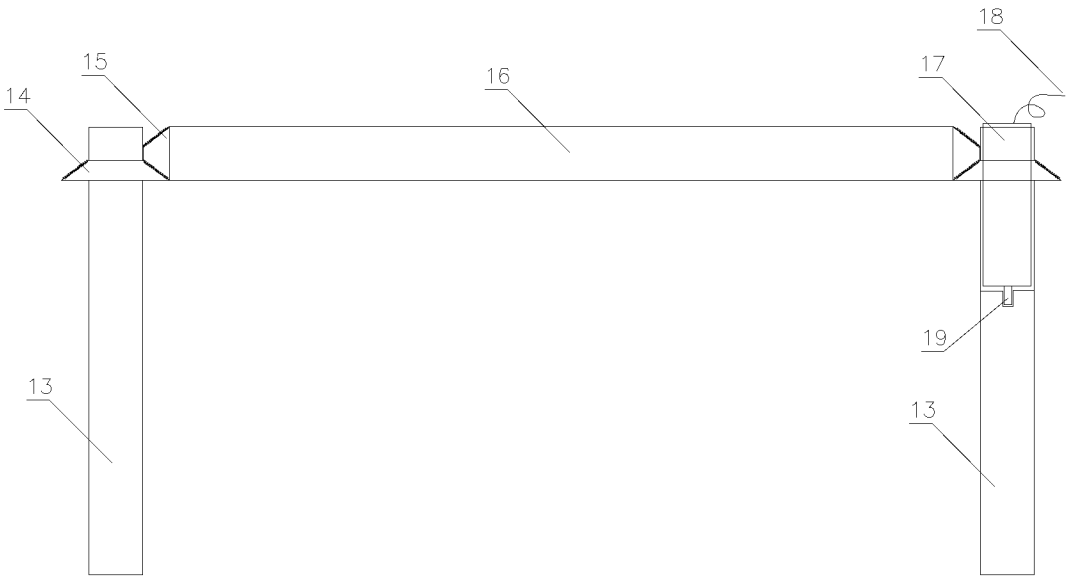


图 8

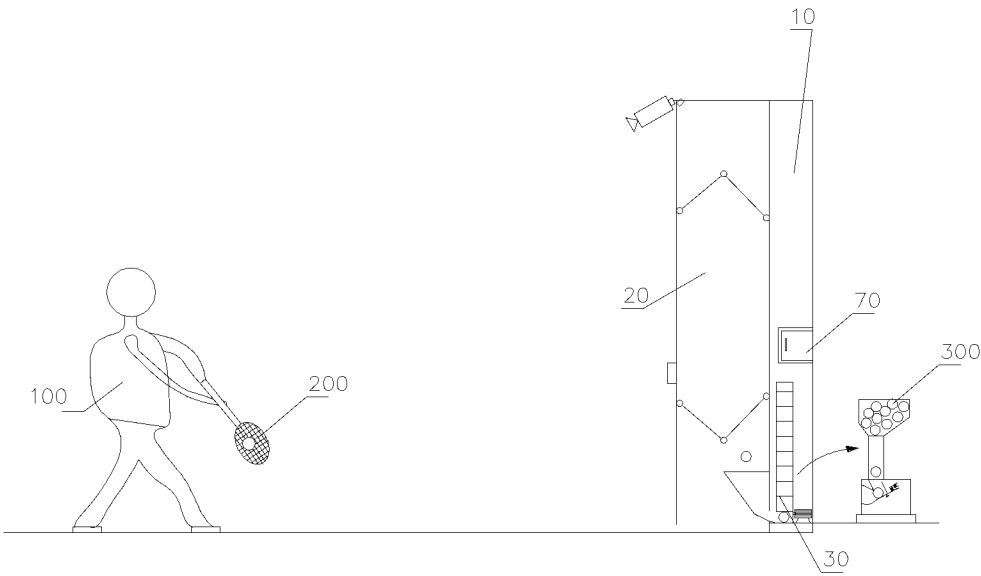


图 9

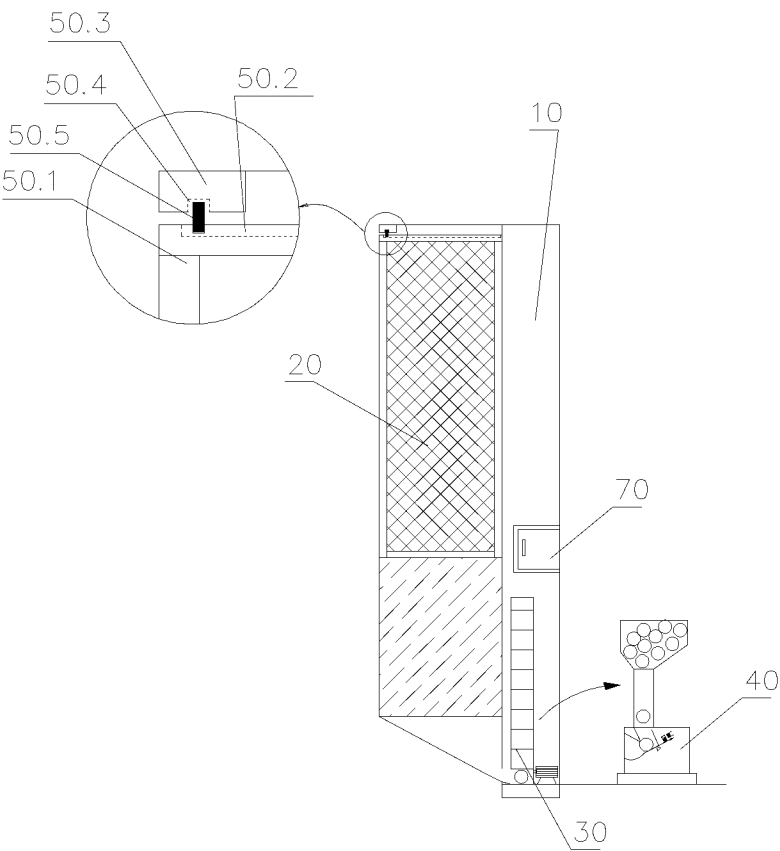


图 10

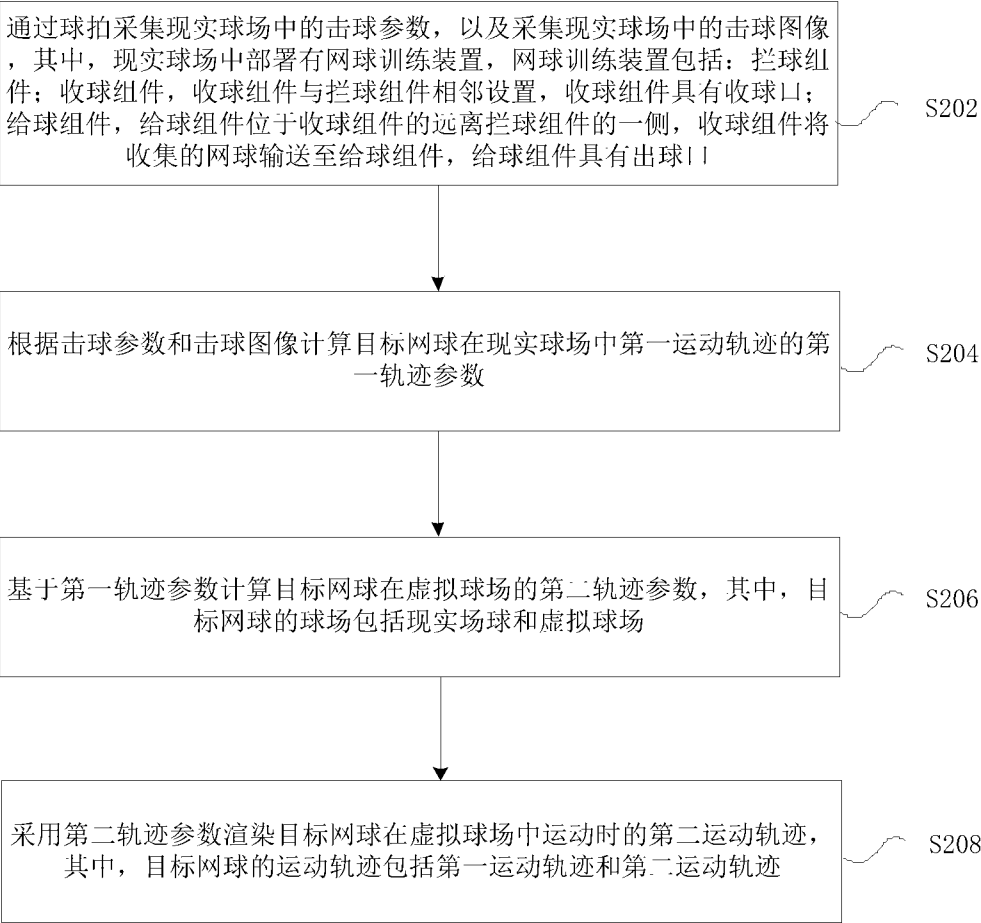


图 11

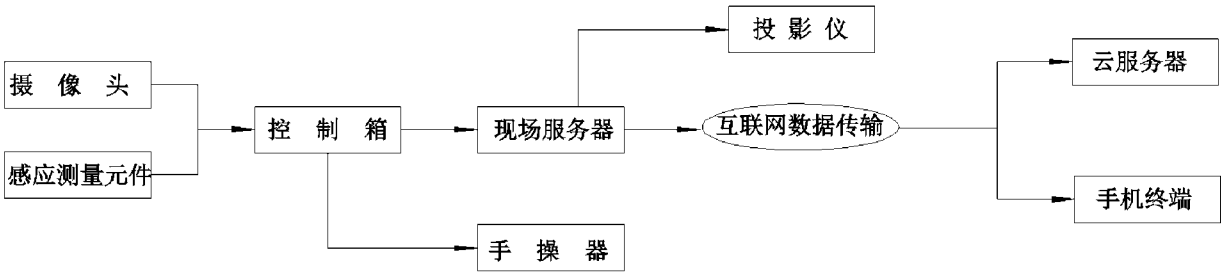


图 12

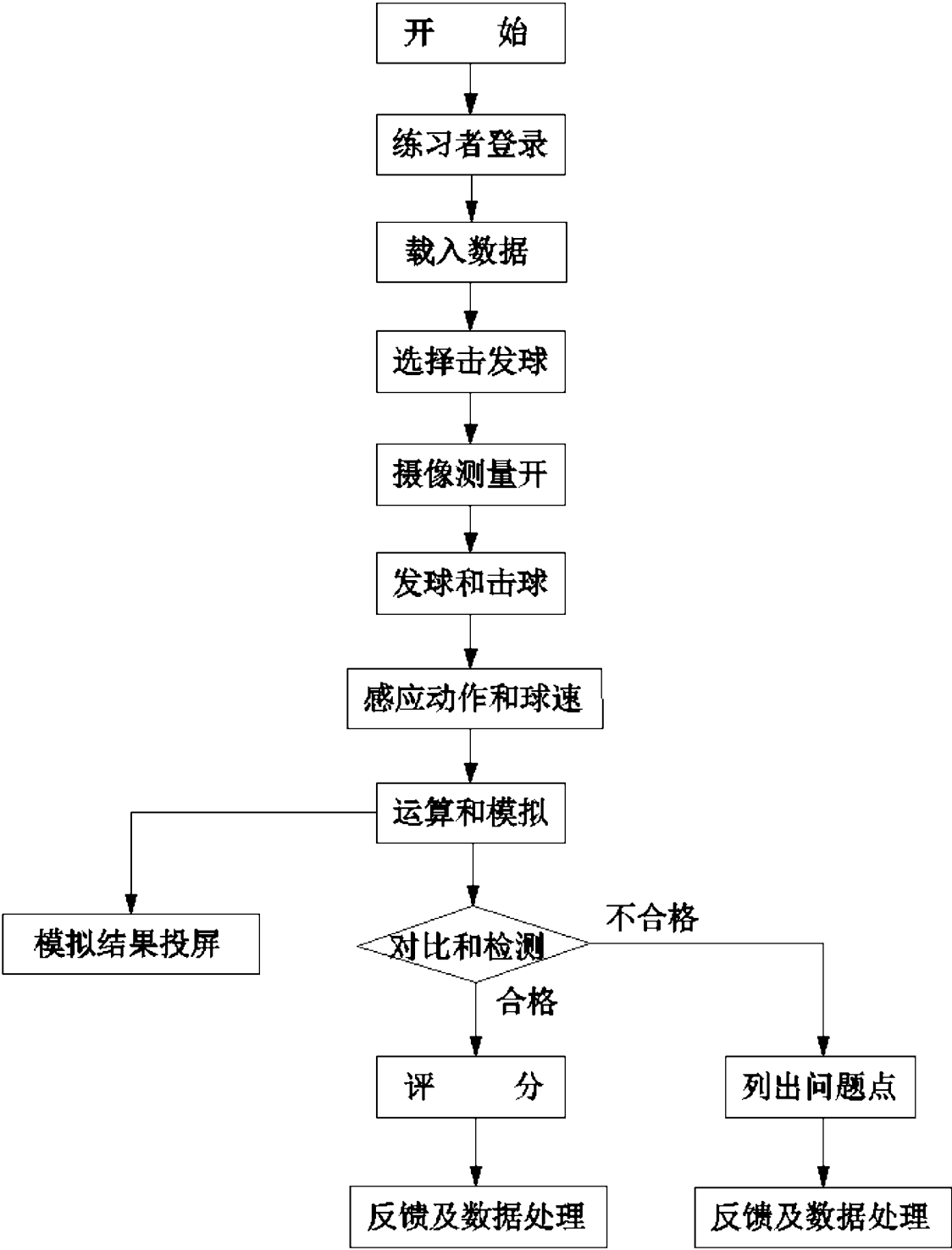


图 13



图 14

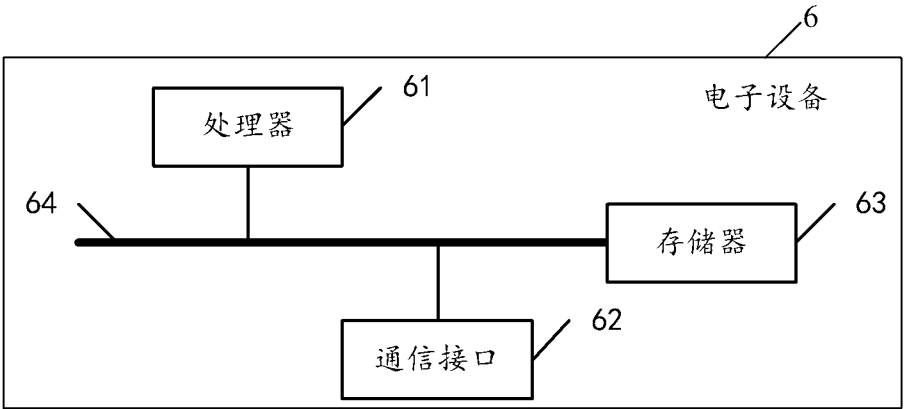


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/106740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A63B69/38(2006.01)i; A63B47/02(2006.01)i; A63B71/06(2006.01)i; G06T19/00(2011.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:A63B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, ENTXTC, VEN, CNKI: 网球, 球, 收集, 收球, 传动, 传球, 给球, 发球, 弹, 采集, 参数, 图像, 虚拟, tennis, ball?, collecting, gathering, deliver+, pass+, serv+, elasticity, collection, parameter, image, picture?

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116370934 A (PENG JUN) 04 July 2023 (2023-07-04) claims 1-17	1-17
PY	CN 116370934 A (PENG JUN) 04 July 2023 (2023-07-04) claims 1-17	18-30
PY	CN 116271766 A (PENG JUN) 23 June 2023 (2023-06-23) claims 1-13	18-30
X	CN 209865234 U (WENZHOU UNIVERSITY) 31 December 2019 (2019-12-31) description, specific embodiments, and figure 1	1, 14-17
Y	CN 209865234 U (WENZHOU UNIVERSITY) 31 December 2019 (2019-12-31) description, specific embodiments, and figure 1	28
Y	CN 109345568 A (SHENZHEN YINGSHI SPORTS TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 February 2019 (2019-02-15) description, specific embodiments	28
X	CN 113633951 A (JIUJIANG UNIVERSITY) 12 November 2021 (2021-11-12) description, specific embodiments, and figures 1-3	1, 14-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 November 2023

Date of mailing of the international search report

09 November 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/106740

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112370795 A (WEIFANG GOERTEK ELECTRONICS CO., LTD.) 19 February 2021 (2021-02-19) description, specific embodiments	28
A	CN 105963950 A (QINZHOU UNIVERSITY) 28 September 2016 (2016-09-28) entire document	1-30
A	CN 114011038 A (PINGDINGSHAN UNIVERSITY) 08 February 2022 (2022-02-08) entire document	1-30
A	CN 214130217 U (SHANXI TECHNOLOGY AND BUSINESS COLLEGE) 07 September 2021 (2021-09-07) entire document	1-30
A	KR 20000002195 U (JANG KYUNG JU) 25 January 2000 (2000-01-25) entire document	1-30
A	WO 2009084087 A1 (ZAUBA CORP. et al.) 09 July 2009 (2009-07-09) entire document	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/106740

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	116370934	A	04 July 2023	None	
CN	116271766	A	23 June 2023	None	
CN	209865234	U	31 December 2019	None	
CN	109345568	A	15 February 2019	None	
CN	113633951	A	12 November 2021	None	
CN	112370795	A	19 February 2021	None	
CN	105963950	A	28 September 2016	None	
CN	114011038	A	08 February 2022	None	
CN	214130217	U	07 September 2021	None	
KR	20000002195	U	25 January 2000	KR 200175819 Y1	15 March 2000
				KR 19990025762 U	05 July 1999
WO	2009084087	A1	09 July 2009	None	

A. 主题的分类 A63B69/38(2006.01)i; A63B47/02(2006.01)i; A63B71/06(2006.01)i; G06T19/00(2011.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) IPC:A63B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNTXT,ENTXTC,VEN,CNKI:网球, 球, 收集, 收球, 传动, 传球, 给球, 发球, 弹, 采集, 参数, 图像, 虚拟, tennis,ball?,collecting,gathering,deliver+,pass+,serv+, elasticity, collection, parameter, image, picture?		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 116370934 A (彭峻) 2023年7月4日 (2023 - 07 - 04) 权利要求1-17	1-17
PY	CN 116370934 A (彭峻) 2023年7月4日 (2023 - 07 - 04) 权利要求1-17	18-30
PY	CN 116271766 A (彭峻) 2023年6月23日 (2023 - 06 - 23) 权利要求1-13	18-30
X	CN 209865234 U (温州大学) 2019年12月31日 (2019 - 12 - 31) 说明书具体实施方式部分, 附图1	1、14-17
Y	CN 209865234 U (温州大学) 2019年12月31日 (2019 - 12 - 31) 说明书具体实施方式部分, 附图1	28
Y	CN 109345568 A (深圳市赢世体育科技有限公司) 2019年2月15日 (2019 - 02 - 15) 说明书具体实施方式部分	28
X	CN 113633951 A (九江学院) 2021年11月12日 (2021 - 11 - 12) 说明书具体实施方式部分, 附图1-3	1、14-17
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2023年11月2日		国际检索报告邮寄日期 2023年11月9日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 柴国荣 电话号码 (+86) 010-62084951

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 112370795 A (潍坊歌尔电子有限公司) 2021年2月19日 (2021 - 02 - 19) 说明书具体实施方式部分	28
A	CN 105963950 A (钦州学院) 2016年9月28日 (2016 - 09 - 28) 全文	1-30
A	CN 114011038 A (平顶山学院) 2022年2月8日 (2022 - 02 - 08) 全文	1-30
A	CN 214130217 U (山西工商学院) 2021年9月7日 (2021 - 09 - 07) 全文	1-30
A	KR 20000002195 U (JANG KYUNG JU) 2000年1月25日 (2000 - 01 - 25) 全文	1-30
A	WO 2009084087 A1 (ZAOBA CORP 等) 2009年7月9日 (2009 - 07 - 09) 全文	1-30

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/106740

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	116370934	A	2023年7月4日	无	
CN	116271766	A	2023年6月23日	无	
CN	209865234	U	2019年12月31日	无	
CN	109345568	A	2019年2月15日	无	
CN	113633951	A	2021年11月12日	无	
CN	112370795	A	2021年2月19日	无	
CN	105963950	A	2016年9月28日	无	
CN	114011038	A	2022年2月8日	无	
CN	214130217	U	2021年9月7日	无	
KR	20000002195	U	2000年1月25日	KR 200175819 Y1	2000年3月15日
				KR 19990025762 U	1999年7月5日
WO	2009084087	A1	2009年7月9日	无	