



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110772776 A

(43)申请公布日 2020.02.11

(21)申请号 201911036967.4

(22)申请日 2019.10.29

(71)申请人 中科新松有限公司

地址 201206 上海市浦东新区自由贸易试验区金藏路351号11幢西101室、201室

(72)发明人 杨跞 张海波 刘福川 许楠
张文

(74)专利代理机构 北京科石知识产权代理有限公司 11595

代理人 李艳霞

(51)Int.Cl.

A63B 69/40(2006.01)

A63B 67/04(2006.01)

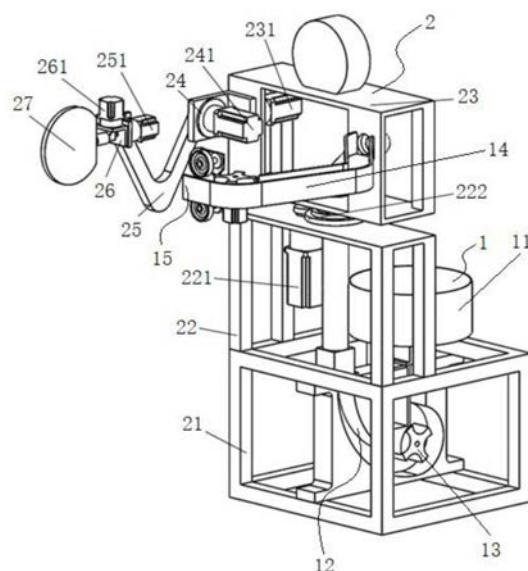
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种乒乓球发球机器人及发球方法

(57)摘要

本申请提供了一种乒乓球发球机器人及发球方法，乒乓球发球机器人包括：送球系统和击球系统；所述送球系统中的出球口正对所述击球系统中球拍面的中心送出乒乓球；所述击球系统通过模拟人发球的动作击打送出的所述乒乓球，以打出上旋球、下旋球和无旋球。本申请能够辅助运动员准确判断来球的旋转和速度，对运动员的训练提供极大的帮助。



1. 一种乒乓球发球机器人，其特征在于，包括：

送球系统；

和击球系统；

所述送球系统中的出球口正对所述击球系统中球拍面的中心送出乒乓球；

所述击球系统通过模拟人发球的动作击打送出的所述乒乓球，以打出上旋球、下旋球和无旋球；

所述击球系统包括基座、腰部、躯干、肩部、击球手臂、手腕和球拍；

所述基座、腰部和躯干自下至上依次设置；所述腰部固定设置在所述基座上，所述腰部固定设置有第一电机，所述第一电机通过击球齿轮副带动所述躯干转动；

所述躯干、肩部、击球手臂、手腕和球拍依次固定连接；位于所述躯干上，在所述躯干与肩部的连接处固定设置有第二电机，所述第二电机用于驱动所述肩部转动；

所述肩部与击球手臂的连接处设置有第三电机，所述第三电机用于驱动所述击球手臂转动；

所述击球手臂与手腕的连接处设置有第四电机，所述第四电机用于驱动所述手腕转动；

所述手腕与球拍的连接处设置有第五电机，所述第五电机用于驱动所述球拍转动。

2. 根据权利要求1所述的乒乓球发球机器人，其特征在于，所述送球系统包括球框、送球通道、第一转轮、送球手臂和挤球机构；

所述球框与所述送球通道的进球口连接；所述第一转轮设置在所述送球通道中，且靠近所述送球通道的进球口；所述送球通道的送球口与所述送球手臂的始端连接，所述送球手臂的末端与所述挤球机构连接；所述挤球机构用于将送至所述送球手臂末端的乒乓球挤出，以供所述击球系统击打。

3. 根据权利要求2所述的乒乓球发球机器人，其特征在于，所述送球通道包括自下至上顺次连接的下弧段、中直段和上弧段，所述下弧段与球框连接，所述上弧段与送球手臂连接。

4. 根据权利要求2所述的乒乓球发球机器人，其特征在于，所述挤球机构包括挤球齿轮组、挤球电机、第一挤球轮、第二挤球轮、第二转轮和送球电机；

所述挤球齿轮组包括第一至四齿轮，所述挤球电机与所述第一齿轮连接，所述第一齿轮与第二齿轮和第三齿轮啮合，所述第二齿轮与第四齿轮啮合，所述第三齿轮与第一挤球轮连接，所述第四齿轮与第二挤球轮连接，所述第一挤球轮和第二挤球轮上下相对设置在所述送球手臂末端的出球口处；

所述第二转轮设置在所述送球手臂中，且靠近所述送球手臂末端的出球口，所述送球电机与第二转轮连接。

5. 根据权利要求4所述的乒乓球发球机器人，其特征在于，所述第一齿轮与第二齿轮的齿数和尺寸均相同，所述第三齿轮与第四齿轮的齿数和尺寸均相同；所述第一齿轮的尺寸大于所述第三齿轮的尺寸。

6. 根据权利要求4所述的乒乓球发球机器人，其特征在于，所述第三齿轮和第四齿轮的转动速度大小相同，方向相反。

7. 根据权利要求1所述的乒乓球发球机器人，其特征在于，所述击球齿轮副包括第五齿

轮和第六齿轮，所述第一电机的输出轴与所述第五齿轮连接，所述第五齿轮和第六齿轮相互啮合，所述第六齿轮通过连接法兰与所述躯干连接。

8. 根据权利要求7所述的乒乓球发球机器人，其特征在于，所述第六齿轮、连接法兰和躯干在竖直方向的轴线均位于同一直线上；所述第六齿轮、连接法兰和躯干在各自轴线的部位都是中空的；

所述送球通道的中直段穿过所述第六齿轮、连接法兰和躯干的中空部位后与所述送球通道的上弧段连接。

9. 一种发球方法，其特征在于，应用如权利要求1～8任一项所述的乒乓球发球机器人进行发球，其包括以下步骤：

对乒乓球发球机器人进行初始化，使得第一至第五电机均处于 0° 状态，且第三电机处于 0° 状态时，球拍能够击打到从送球系统的出球口挤出的乒乓球；

乒乓球发球机器人根据用户输入的发球方向、球速、旋转和频率计算第一至第五电机的运行参数，并根据该运行参数控制第一至第五电机的运行，具体包括：

控制第一电机、第二电机、第四电机和第五电机绕着各自的轴线转动到计算得到的发球位置；

控制第一电机和第三电机保持相同的运动周期和转速；

控制挤球电机保持匀速转动，控制送球电机每次以相同的转速驱动第二转轮转动 90° ；

当第三电机转动到发球准备位置，同时第一电机转动到发球准备位置，并且乒乓球恰好飞行到击球点时实现击球，以完成发球。

一种乒乓球发球机器人及发球方法

技术领域

[0001] 本申请属于机器人技术领域，具体涉及一种乒乓球发球机器人及发球方法。

背景技术

[0002] 乒乓球作为中国的国球，有大量的业余和职业运动员在进行这项运动。为了更好的帮助运动员进行日常的练习和训练，需要有一款能够发球的机器人来辅助他们训练。对于乒乓球运动员来说，需要能够判断对手的发球情况，例如乒乓球的旋转和速度等。判断对手的发球情况时主要是通过观察对手的动作和球拍的运动。而现在市面上的乒乓球发球机，主要通过两个摩擦轮将乒乓球挤出。这种方式让运动员很难判断来球的旋转和速度，因而对运动员的训练帮助有限。

发明内容

[0003] 为至少在一定程度上克服相关技术中存在的问题，本申请提供了一种乒乓球发球机器人及发球方法。

[0004] 根据本申请实施例的第一方面，本申请提供了一种乒乓球发球机器人，其包括送球系统和击球系统；

[0005] 所述送球系统中的出球口正对所述击球系统中球拍面的中心送出乒乓球；所述击球系统通过模拟人发球的动作击打送出的所述乒乓球，以打出上旋球、下旋球和无旋球。

[0006] 上述乒乓球发球机器人中，所述送球系统包括球框、送球通道、第一转轮、送球手臂和挤球机构；

[0007] 所述球框与所述送球通道的进球口连接；所述第一转轮设置在所述送球通道中，且靠近所述送球通道的进球口；所述送球通道的送球口与所述送球手臂的始端连接，所述送球手臂的末端与所述挤球机构连接；所述挤球机构用于将送至所述送球手臂末端的乒乓球挤出，以供所述击球系统击打。

[0008] 进一步地，所述送球通道包括自下至上顺次连接的下弧段、中直段和上弧段，所述下弧段与球框连接，所述上弧段与送球手臂连接。

[0009] 进一步地，所述挤球机构包括挤球齿轮组、挤球电机、第一挤球轮、第二挤球轮、第二转轮和送球电机；

[0010] 所述挤球齿轮组包括第一至四齿轮，所述挤球电机与所述第一齿轮连接，所述第一齿轮与第二齿轮和第三齿轮啮合，所述第二齿轮与第四齿轮啮合，所述第三齿轮与第一挤球轮连接，所述第四齿轮与第二挤球轮连接，所述第一挤球轮和第二挤球轮上下相对设置在所述送球手臂末端的出球口处；

[0011] 所述第二转轮设置在所述送球手臂中，且靠近所述送球手臂末端的出球口，所述送球电机与第二转轮连接。

[0012] 更进一步地，所述第一齿轮与第二齿轮的齿数和尺寸均相同，所述第三齿轮与第四齿轮的齿数和尺寸均相同；所述第一齿轮的尺寸大于所述第三齿轮的尺寸。

- [0013] 更进一步地，所述第三齿轮和第四齿轮的转动速度大小相同，方向相反。
- [0014] 进一步地，所述击球系统包括基座、腰部、躯干、肩部、击球手臂、手腕和球拍；
- [0015] 所述基座、腰部和躯干自下至上依次设置；所述腰部固定设置在所述基座上，所述腰部固定设置有第一电机，所述第一电机通过击球齿轮副带动所述躯干转动；
- [0016] 所述躯干、肩部、击球手臂、手腕和球拍依次固定连接；位于所述躯干上，在所述躯干与肩部的连接处固定设置有第二电机，所述第二电机用于驱动所述肩部转动；
- [0017] 所述肩部与击球手臂的连接处设置有第三电机，所述第三电机用于驱动所述击球手臂转动；
- [0018] 所述击球手臂与手腕的连接处设置有第四电机，所述第四电机用于驱动所述手腕转动；
- [0019] 所述手腕与球拍的连接处设置有第五电机，所述第五电机用于驱动所述球拍转动。
- [0020] 更进一步地，所述击球齿轮副包括第五齿轮和第六齿轮，所述第一电机的输出轴与所述第五齿轮连接，所述第五齿轮和第六齿轮相互啮合，所述第六齿轮通过连接法兰与所述躯干连接。
- [0021] 更进一步地，所述第六齿轮、连接法兰和躯干在竖直方向的轴线均位于同一直线上；所述第六齿轮、连接法兰和躯干在各自轴线的部位都是中空的；
- [0022] 所述送球通道的中直段穿过所述第六齿轮、连接法兰和躯干的中空部位后与所述上弧段连接。
- [0023] 根据本申请实施例的第二方面，本申请还提供了一种发球方法，其应用上述任一乒乓球发球机器人进行发球，其包括以下步骤：
- [0024] 对乒乓球发球机器人进行初始化，使得第一至第五电机均处于 0° 状态，且第三电机处于 0° 状态时，球拍能够击打到从送球系统的出球口挤出的乒乓球；
- [0025] 乒乓球发球机器人根据用户输入的发球方向、球速、旋转和频率计算第一至第五电机的运行参数，并根据该运行参数控制第一至第五电机的运行，具体包括：
- [0026] 控制第一电机、第二电机、第四电机和第五电机绕着各自的轴线转动到计算得到的发球位置；
- [0027] 控制第一电机和第三电机保持相同的运动周期和转速；
- [0028] 控制挤球电机保持匀速转动，控制送球电机每次以相同的转速驱动第二转轮转动 90° ；
- [0029] 当第三电机转动到发球准备位置，同时第一电机转动到发球准备位置，并且乒乓球恰好飞行到击球点时实现击球，以完成发球。
- [0030] 根据本申请的上述具体实施方式可知，至少具有以下有益效果：本申请乒乓球发球机器人通过设置送球系统和击球系统，送球系统的出球口正对击球系统中球拍面的中心送出乒乓球，击球系统通过模拟人发球的动作击打送出的乒乓球，能够根据实际需要打出上旋球、下旋球和无旋球等，从而辅助运动员准确判断来球的旋转和速度，对运动员的训练提供极大的帮助。
- [0031] 本申请乒乓球发球机器人通过在击球系统中设置基座、腰部、躯干、肩部、击球手臂、手腕和球拍，在腰部固定设置第一电机，以驱动躯干转动；位于躯干上，在躯干与肩部的

连接处固定设置第二电机，驱动肩部转动；在肩部与击球手臂的连接处设置第三电机，以驱动击球手臂转动；在击球手臂与手腕的连接处设置第四电机，以驱动手腕转动；在手腕与球拍的连接处设置第五电机，以驱动球拍转动；能够模拟人发球的动作，帮助运动员进行训练。

[0032] 应了解的是，上述一般描述及以下具体实施方式仅为示例性及阐释性的，其并不能限制本申请所欲主张的范围。

附图说明

[0033] 下面的所附附图是本申请的说明书的一部分，其示出了本申请的实施例，所附附图与说明书的描述一起用以说明本申请的原理。

[0034] 图1为本申请具体实施方式提供的一种乒乓球发球机器人的整体结构示意图。

[0035] 图2为本申请具体实施方式提供的一种乒乓球发球机器人的侧视图。

[0036] 图3为本申请具体实施方式提供的一种乒乓球发球机器人中乒乓球在挤球机构处的状态示意图。

[0037] 图4为本申请具体实施方式提供的一种乒乓球发球机器人中挤球机构的结构示意图。

[0038] 图5为本申请具体实施方式提供的一种乒乓球发球机器人中送球通道与躯干的相对位置关系的剖视图。

[0039] 图6为本申请具体实施方式提供的一种乒乓球发球机器人中第一电机处于发球准备位置的状态示意图。

[0040] 图7为本申请具体实施方式提供的一种乒乓球发球机器人中第三电机处于发球准备位置的状态示意图。

[0041] 图8为本申请具体实施方式提供的一种乒乓球发球机器人击球时的状态示意图。

[0042] 附图标记说明：

[0043] 1、送球系统；

[0044] 11、球框；

[0045] 12、送球通道；121、下弧段；122、中直段；123、上弧段；

[0046] 13、第一转轮；

[0047] 14、送球手臂；

[0048] 15、挤球机构；151、挤球齿轮组；1511、第一齿轮；1512、第二齿轮；1513、第三齿轮；1514、第四齿轮；152、挤球电机；153、第一挤球轮；154、第二挤球轮；155、第二转轮；156、送球电机；

[0049] 2、击球系统；

[0050] 21、基座；

[0051] 22、腰部；221、第一电机；222、击球齿轮副；2221、第五齿轮；2222、第六齿轮；2223、连接法兰；

[0052] 23、躯干；231、第二电机；

[0053] 24、肩部；241、第三电机；

[0054] 25、击球手臂；251、第四电机；

[0055] 26、手腕;261、第五电机;

[0056] 27、球拍。

具体实施方式

[0057] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面将以附图及详细叙述清楚说明本申请所揭示内容的精神,任何所属技术领域技术人员在了解本申请内容的实施例后,当可由本申请内容所教示的技术,加以改变及修饰,其并不脱离本申请内容的精神与范围。

[0058] 本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,但并不作为对本申请的限定。另外,在附图及实施方式中所使用相同或类似标号的元件/构件是用来代表相同或类似部分。

[0059] 关于本文中所使用的“第一”、“第二”、…等,并非特别指称次序或顺位的意思,也非用以限定本申请,其仅为了区别以相同技术用语描述的元件或操作。

[0060] 关于本文中所使用的方向用语,例如:上、下、左、右、前或后等,仅是参考附图的方向。因此,使用的方向用语是用来说明并非用来限制本创作。

[0061] 关于本文中所使用的“包含”、“包括”、“具有”、“含有”等等,均为开放性的用语,即意指包含但不限于。

[0062] 关于本文中所使用的“及/或”,包括所述事物的任一或全部组合。

[0063] 关于本文中的“多个”包括“两个”及“两个以上”;关于本文中的“多组”包括“两组”及“两组以上”。

[0064] 某些用以描述本申请的用词将于下或在此说明书的别处讨论,以提供本领域技术人员在有关本申请的描述上额外的引导。

[0065] 图1是本申请实施例提供的一种乒乓球发球机器人的整体结构示意图。如图1所示,乒乓球发球机器人包括送球系统1和击球系统2。

[0066] 其中,送球系统1中的出球口正对击球系统2中球拍面的中心送出乒乓球,击球系统2通过模拟人发球的动作击打送出的乒乓球,以根据实际需要打出上旋球、下旋球和无旋球等。

[0067] 在本申请实施例中,与从球拍下方向球拍抛球的方式相比,送球系统1中的出球口正对击球系统2中球拍面的中心送出乒乓球的方式,能够在球拍的法线方向上为乒乓球提供更大的速度,从而在发相同速度的乒乓球时,正对球拍面发球的方式对球拍的速度要求很低,因为乒乓球的部分反弹速度由抛球时的速度提供,也就是说,在相同驱动能力下,正对球拍面发球能够发出速度更快和旋转更大的球。

[0068] 可以理解的是,为了使乒乓球发球机器人正常工作,送球系统1的送球频率需要与击球系统2击球频率保持一致。

[0069] 在一具体的实施例中,如图1和图2所示,送球系统1包括球框11、送球通道12、第一转轮13、送球手臂14和挤球机构15。

[0070] 球框11与送球通道12的进球口连接。在送球通道12中设置有第一转轮13,第一转轮13用于为进入送球通道12的乒乓球提供动力。送球通道12的送球口与送球手臂14的始端连接,送球手臂14的末端与挤球机构15连接。挤球机构15用于将送至送球手臂14末端的乒

乓球挤出,以供击球系统2击打。

[0071] 具体地,送球通道12采用类S形结构,其包括自下至上顺次连接的下弧段121、中直段122和上弧段123。其中,位于下弧段121中,在靠近送球通道12的进球口处设置有第一转轮13,且位于送球通道12的底端。下弧段121与球框11连接。上弧段123与送球手臂14连接。

[0072] 可以理解的是,球框11中的乒乓球通过进球口进入送球通道12,当到达送球通道12的底端时,第一转轮13通过旋转为乒乓球提供动力,并改变乒乓球的方向,使其经过送球通道12进入送球手臂14。

[0073] 具体地,如图3和图4所示,挤球机构15包括挤球齿轮组151、挤球电机152、第一挤球轮153、第二挤球轮154、第二转轮155和送球电机156。

[0074] 挤球齿轮组151包括第一齿轮1511、第二齿轮1512、第三齿轮1513和第四齿轮1514。挤球电机152与第一齿轮1511连接,带动第一齿轮1511转动。第一齿轮1511与第二齿轮1512和第三齿轮1513啮合,第二齿轮1512与第四齿轮1514啮合。其中,第一齿轮1511与第二齿轮1512的齿数和尺寸均相同,第三齿轮1513与第四齿轮1514的齿数和尺寸均相同。第一齿轮1511的尺寸大于第三齿轮1513的尺寸。第三齿轮1513与第一挤球轮153连接,第四齿轮1514与第二挤球轮154连接,第一挤球轮153和第二挤球轮154上下相对设置在送球手臂14末端的出球口处。

[0075] 其中,第二转轮155设置在送球手臂14中,且靠近送球手臂14末端的出球口,送球电机156与第二转轮155连接,用于带动第二转轮155转动。第二转轮155通过旋转为乒乓球提供动力,并将其送至第一挤球轮153与第二挤球轮154之间的空间。

[0076] 第三齿轮1513和第四齿轮1514的转动速度大小相同,方向相反,进而与它们连接的第一挤球轮153和第二挤球轮154的转动速度相同,方向相反。这样第一挤球轮153和第二挤球轮154就可以将乒乓球无旋转地挤出去,供击球系统2击打。

[0077] 通过控制第二转轮155的转动频率,可以调节挤出乒乓球的频率。

[0078] 在一具体的实施例中,如图1和图2所示,击球系统2包括基座21、腰部22、躯干23、肩部24、击球手臂25、手腕26和球拍27。

[0079] 基座21、腰部22和躯干23自下至上依次设置。腰部22固定设置在基座21上,腰部22固定设置有第一电机221,第一电机221通过击球齿轮副222带动躯干23转动,以模拟人发球时腰部22的转动。

[0080] 具体地,击球齿轮副222包括第五齿轮2221和第六齿轮2222,第一电机221的输出轴与第五齿轮2221连接,第五齿轮2221和第六齿轮2222相互啮合,第六齿轮2222通过连接法兰2223与躯干23连接,这样,第一电机221就能够通过击球齿轮副222带动躯干23转动。

[0081] 躯干23、肩部24、击球手臂25、手腕26和球拍27依次固定连接。位于躯干23上,在躯干23与肩部24的连接处固定设置有第二电机231,第二电机231用于驱动肩部24转动,调整击球手臂25的倾斜角度,也就是说通过第二电机231驱动肩部24转动,能够控制击球手臂25的挥动方向,进而通过第二电机231能够控制球拍27在击球点的速度方向。

[0082] 肩部24与击球手臂25的连接处设置有第三电机241,第三电机241用于驱动击球手臂25转动,以实现击球手臂25的往复挥动,模拟人发球时手臂的挥动动作,进而通过第三电机241能够控制球拍27在击球点的速度大小。

[0083] 击球手臂25与手腕26的连接处设置有第四电机251,第四电机251用于驱动手腕26

转动,以调整球拍27的倾斜角度,控制击球时上下旋的旋转程度。

[0084] 手腕26与球拍27的连接处设置有第五电机261,第五电机261用于驱动球拍27转动,以调整球拍27的侧倾角度,控制球拍27击球时的侧旋程度。通过第四电机251和第五电机261能够控制球拍27在击球点的姿态。

[0085] 通过控制第一电机221和第三电机241保持相同的运动周期,能够使躯干23的往复转动和击球手臂25的往复挥动保持相同的周期,以模拟人发球时腰部22和手臂的协同动作。另外,通过调整第一电机221和第三电机241的转速,还能够控制发球的频率和乒乓球的初始速度。第一电机221和第三电机241的转速越快,躯干23往复转动的速度以及击球手臂25往复挥动的速度越快,发球的频率就越高,乒乓球获得的初始速度就越大。

[0086] 第二电机231、第四电机251和第五电机261通过耦合作用,可以实现无旋、上旋、下旋、侧旋地击球。

[0087] 采用本申请乒乓球发球机器人发球,能够实现不同的发球方向、旋转、球速和频率。

[0088] 在一具体的实施例中,如图5所示,送球通道12的下弧段121设置在基座21中,球框11与下弧段121的进球口连接。放置在球框11中的乒乓球会一个一个地掉落到送球通道12的下弧段121中。第一转轮13固定设置在下弧段121中,通过控制第一转轮13的转动能够将乒乓球沿着送球通道12输送至送球手臂14中。

[0089] 第六齿轮2222、连接法兰2223和躯干23在竖直方向的轴线均位于同一直线上。第六齿轮2222、连接法兰2223和躯干23在各自轴线的部位都是中空的。送球通道12的中直段122穿过第六齿轮2222、连接法兰2223和躯干23的中空部位后与上弧段123连接。

[0090] 以上设计中,送球通道12中的中直段122沿第六齿轮2222、连接法兰2223和躯干23的轴线穿过,当躯干23相对于基座21转动时,不会影响到乒乓球在送球通道12中的输送。

[0091] 基于本申请实施例提供的乒乓球发球机器人,本申请还提供了一种发球方法,其具体过程为:

[0092] 首先,对乒乓球发球机器人进行初始化,其包括使第一电机221、第二电机231、第三电机241、第四电机251和第五电机261均处于 0° 状态,且第三电机241处于 0° 状态时,球拍27能够击打到从送球系统1的出球口挤出的乒乓球。乒乓球发球机器人在初始状态时,第二电机231的长度方向的中心线与和第四电机251的长度方向的中心线位于同一条直线上;第三电机241的长度方向的中心线、第四电机251的长度方向的中心线和第五电机261长度方向的中心线两两正交。

[0093] 其次,乒乓球发球机器人根据用户输入的发球方向、球速、旋转和频率计算第一电机221、第二电机231、第三电机241、第四电机251和第五电机261的运行参数,并根据该运行参数控制第一电机221、第二电机231、第三电机241、第四电机251和第五电机261的运行,其具体过程为:

[0094] 控制第一电机221、第二电机231、第四电机251和第五电机261绕着各自的轴线转动到计算得到的发球位置。

[0095] 第一电机221用于驱动机器人的躯干23绕第一电机221的轴线转动,第一电机221的转动能够实现所需的发球方向。

[0096] 第二电机231用于驱动机器人的肩部24绕第二电机231的轴线转动,第二电机231

的转动能够实现所需的手臂挥动方向。

[0097] 第四电机251用于驱动机器人的手腕26绕第四电机251的轴线转动,第二电机231和第四电机251的转动能够共同调节所需的上旋或下旋。

[0098] 第五电机261用于驱动球拍绕第五电机261的轴线转动,第五电机261的转动能够实现所需的侧旋。

[0099] 假设第一电机221调整好发球的方向时的旋转角度为 θ_1 ,第三电机241仍然是 0° ,第三电机241在 0° 位置时球拍面的中点为击球点。

[0100] 如图6所示,第一电机221转动到 θ_1-30° 的位置,这个位置是第一电机221的发球准备位置。如图7所示,第三电机241每次发球固定从 0° 转动到 -60° , -60° 是第三电机241的发球准备位置。

[0101] 接下来,第二电机231、第四电机251和第五电机261保持不动,第一电机221从 θ_1-30° 转动到 θ_1+30° ,第三电机241从 -60° 转动到 $+60^\circ$ 。

[0102] 通过对第一电机221和第三电机241的转速和位置进行控制,使第一电机221转动到 θ_1 的时间和第三电机241转动到 0° 的时间相同,通过计算第一电机221和第三电机241的运行参数可以得到这个时间为 t_1 。

[0103] 再次,控制挤球电机152一直匀速转动,这样做的目的是使每次被挤出的乒乓球的球速相同。并且,控制送球电机156每次以相同的转速驱动第二转轮155转动 90° ,第二转轮155每转动一次,就有一个乒乓球被运送到第一挤球轮153和第二挤球轮154处。这样一来,每一次乒乓球从第二转轮155运动到击球点的时间 t_2 就是一个恒定的数值。

[0104] 当第三电机241转动到 0° ,同时第一电机221转动到 θ_1 ,并且乒乓球恰好飞行到击球点时可以实现击球。因此,在第一电机221和第三电机241开始转动 Δt 时间后,机器人控制送球电机156转动。其中, $\Delta t = t_1 - t_2$ 。如图8所示,这样就可以实现当第一电机221和第三电机241分别转动到 θ_1 和 0° 时,乒乓球也正好飞行到击球点,机器人完成发球。

[0105] 最后,控制第一电机221转动到 θ_1+30° ,第三电机241转动到 $+60^\circ$,之后控制第一电机221反方向转回到 θ_1-30° 和 -60° ,准备进行下一次发球。

[0106] 采用本申请乒乓球发球机器人,通过协调控制送球系统1的出球时间以及击球系统2中球拍27的位置和挥动速度,能够实现自动发球;击球系统2通过使用球拍27模拟人发球的动作,能够让对方运动员很容易地判断来球的旋转和速度,从而为运动员的训练提供极大的帮助。

[0107] 以上所述仅为本申请示意性的具体实施方式,在不脱离本申请的构思和原则的前提下,任何本领域的技术人员所做出的等同变化与修改,均应属于本申请保护的范围。

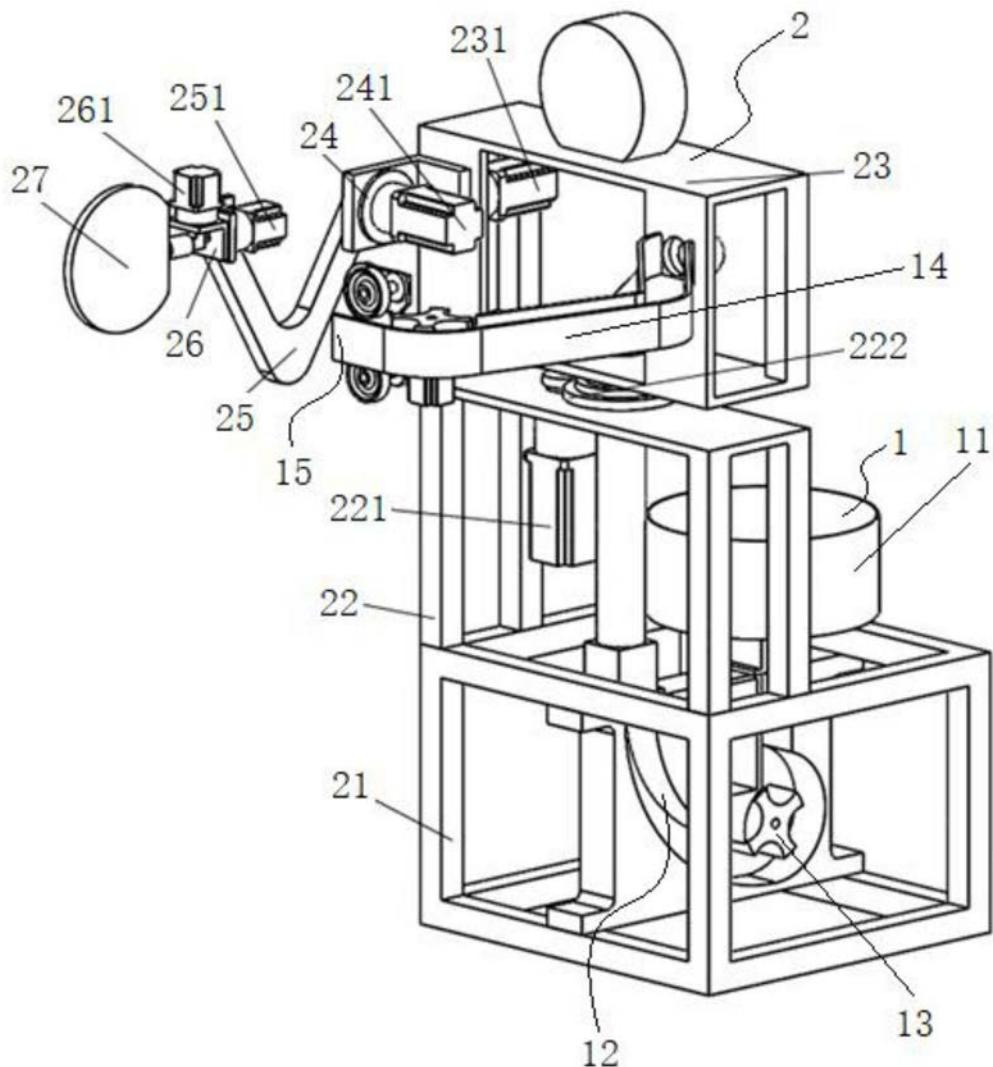


图1

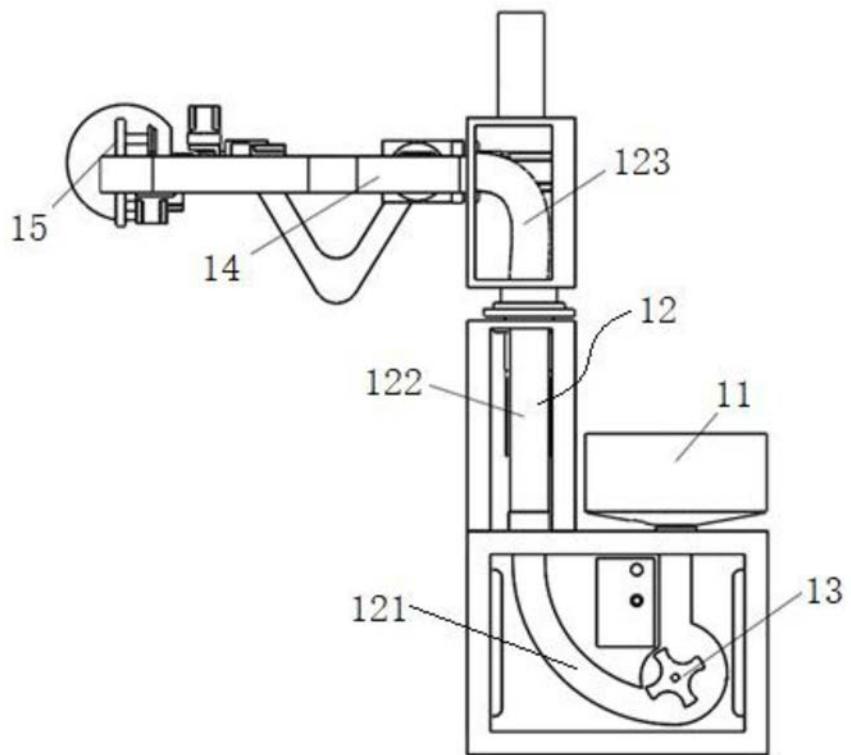


图2

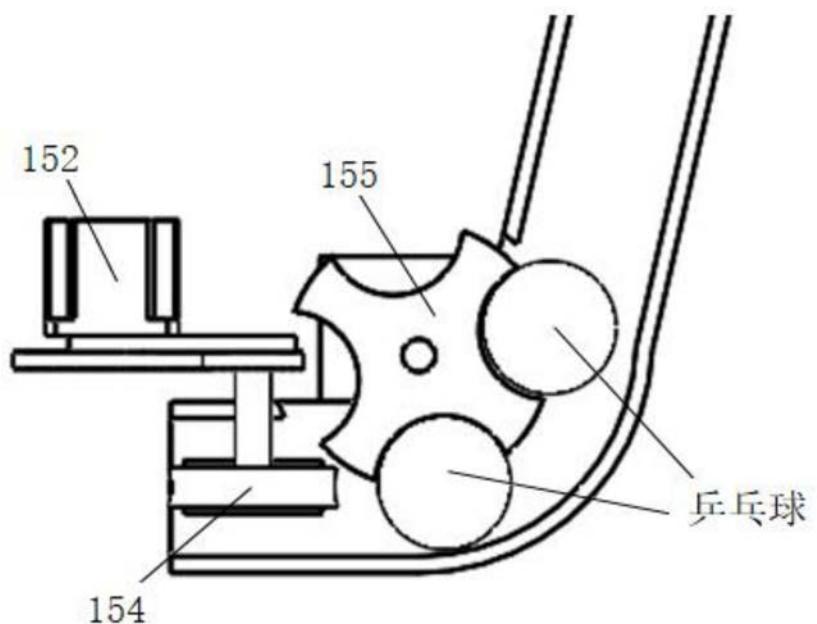


图3

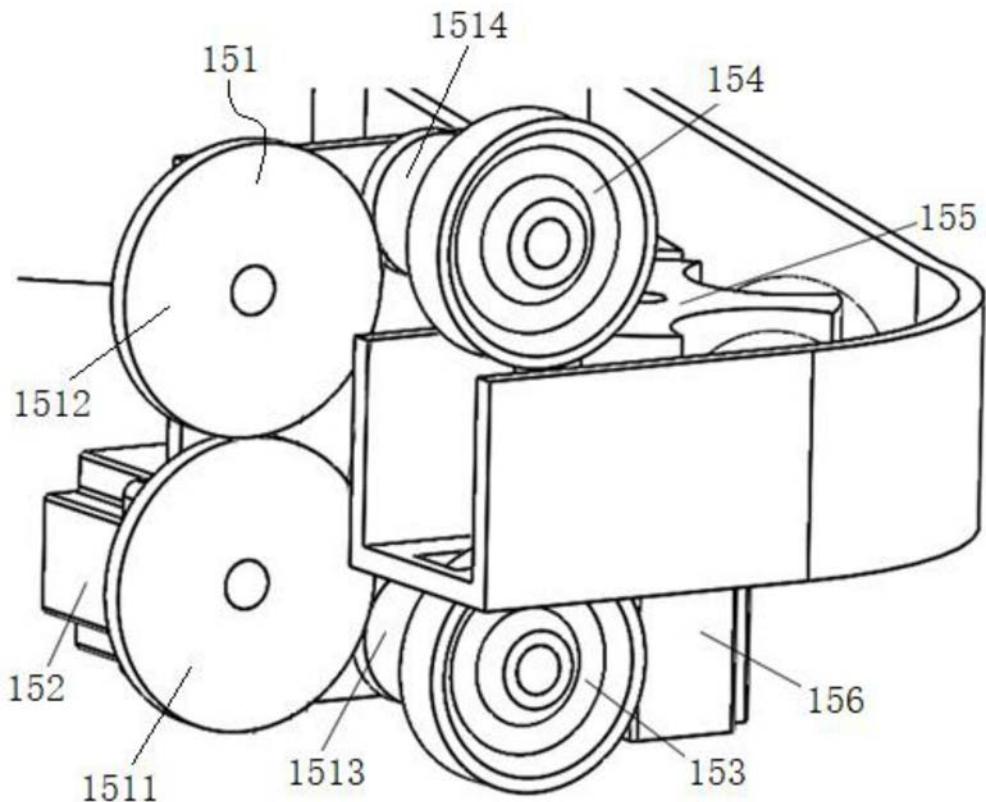


图4

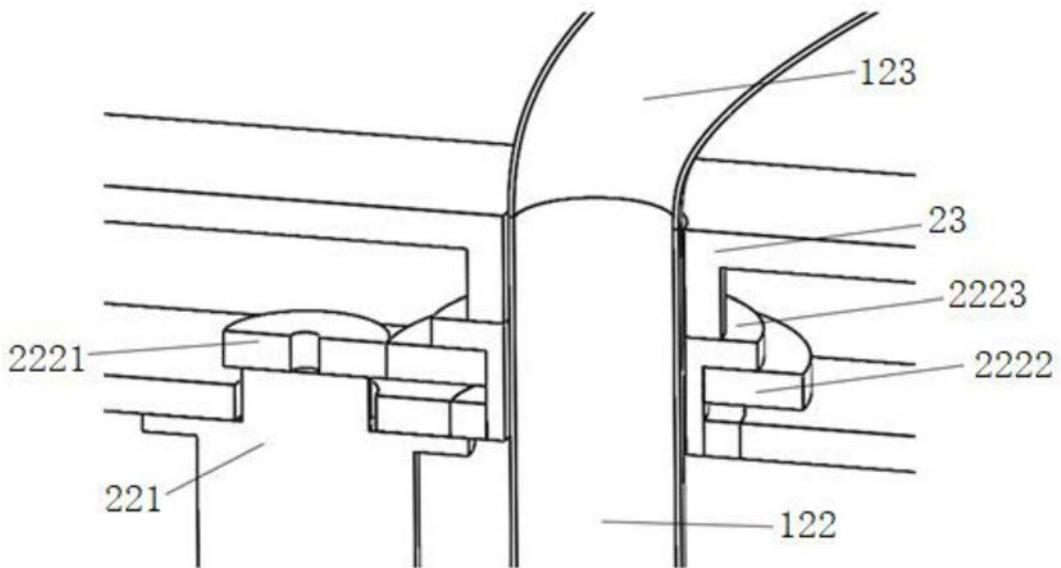


图5

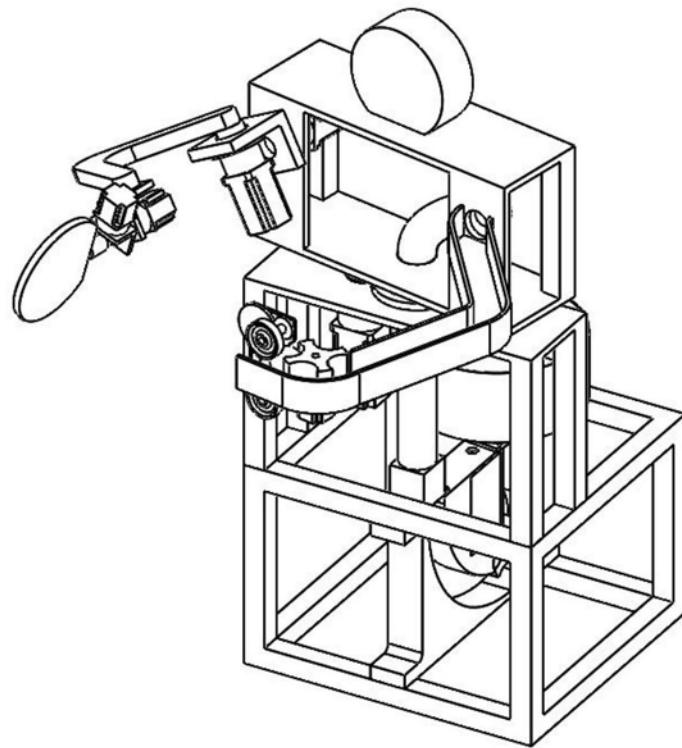


图6

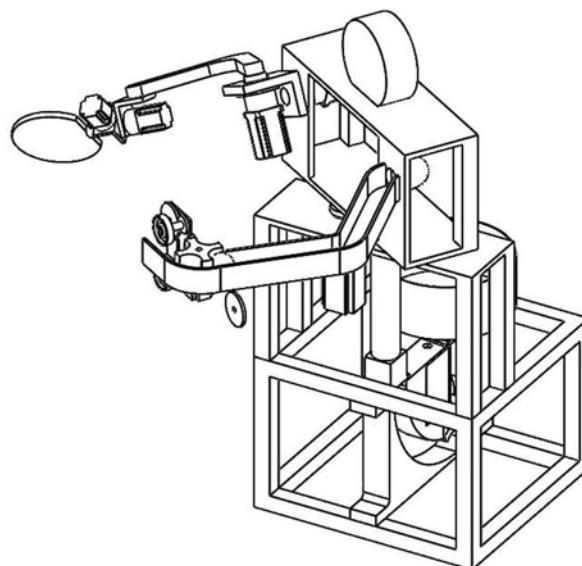


图7

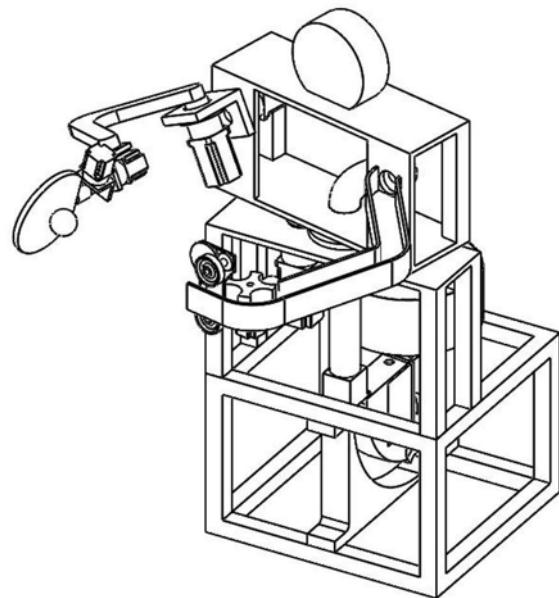


图8