



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110898384 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911070810.3

(22)申请日 2019.11.05

(71)申请人 昆明理工大学

地址 650093 云南省昆明市五华区学府路
253号

(72)发明人 伏云发 王晓琳 周建华 陈壮飞
熊馨

(51)Int.Cl.

A63B 22/02(2006.01)

A63B 24/00(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/0476(2006.01)

A61B 5/0478(2006.01)

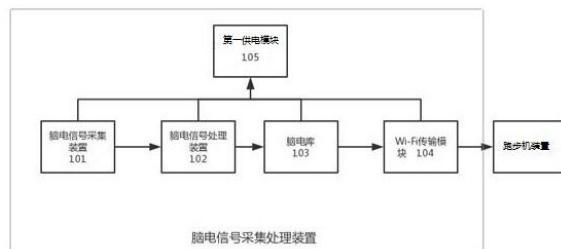
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种基于脑电控制的跑步机及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于脑电控制的跑步机及其控制方法，属于脑机交互，其中涉及计算机科学领域与生物医学技术领域。本发明包括脑电信号采集处理装置和跑步机装置；所述脑电信号采集处理装置包括脑电信号采集装置、脑电信号处理装置、脑电库、Wi-Fi传输模块和第一供电模块；所述跑步机装置包括控制电路、驱动电路、整流电路、逆变电路、Wi-Fi接收模块和第二供电模块；本发明可以根据运动者运动时大脑产生的脑电波所处的波段的不同来调节运动的节奏，同时也可以根据运动时所产生的脑电波波段来控制跑步机的开关，本发明更加人性化，丰富了人们的生活。



1. 一种基于脑电控制的跑步机，其特征在于：包括脑电信号采集处理装置和跑步机装置；

所述脑电信号采集处理装置包括脑电信号采集装置(101)、脑电信号处理装置(102)、脑电库(103)、Wi-Fi传输模块(104)和第一供电模块(105)，所述第一供电模块(105)分别与脑电信号采集装置(101)、脑电信号处理装置(102)、脑电库(103)和Wi-Fi传输模块(104)相连，所述脑电信号处理装置(102)分别与脑电信号采集装置(101)、脑电库(103)和Wi-Fi传输模块(104)相连；

所述跑步机装置包括控制电路(202)、驱动电路(203)、整流电路(204)、逆变电路(205)、Wi-Fi接收模块(207)和第二供电模块(208)，所述第二供电模块(208)分别与控制电路(202)、驱动电路(203)、整流电路(204)和逆变电路(205)相连，控制电路(202)分别与Wi-Fi接收模块(207)、驱动电路(203)和整流电路(204)相连，逆变电路(205)分别与驱动电路(203)和整流电路(204)相连。

2. 根据权利要求1所述的基于脑电控制的跑步机，其特征在于：所述跑步机装置还包括供使用者观测自己运动情况的显示装置和手动操作的辅助操作装置。

3. 一种基于脑电控制跑步机的方法，其特征在于：利用脑电信号采集处理装置采集使用者的脑电信号并对其处理分析得到脑电信号的结果即其频率和幅度，跑步机装置接收到脑电信号的结果并利用其来控制跑步机的运行状态，当脑电信号的频率为1~3Hz，幅度为20~200uV时，此时使用者处于极度疲劳状态，则关闭跑步机，停止运动；当脑电波频率为3~8Hz，幅度为5~20uV时，继续观察使用者的脑电波走势，如果其脑电波向着1~3Hz的方向发展，则关闭跑步机，停止运动；若向着8~13Hz方向发展则可以继续运动；当脑电波频率为8~13Hz，幅度为20~100uV时，此时使用者处于精神状态，可以正常运动，当脑电波频率为14~30Hz，幅度为100~150uV时，使用者处于锻炼疲劳状态，故关闭跑步机，停止锻炼。

4. 根据权利要求3所述的基于脑电控制跑步机的方法，其特征在于：其具体过程为：利用脑电信号采集装置(101)采集使用者的脑电信号并传输至脑电信号处理装置(102)，脑电信号处理装置(102)对脑电信号进行特征提取和分类获得脑电信号的频率和幅度，将其与脑电库(103)的数据进行对比确定脑电信号的频率和幅度范围，再经Wi-Fi传输模块(104)传输到跑步器的Wi-Fi接收模块(207)；

Wi-Fi接收模块(207)将接收的脑电信号传输至控制电路(202)，控制电路(202)根据接收的脑电信号结果将交流电压放大并传输至整流电路(204)，同时将脑电信号的频率输出为脉冲PWM并将其传输至驱动电路(203)，整流电路(204)将交流电压整流成直流电压，驱动电路(203)将驱动脉冲PWM作为导通逆变电路(205)IGBT的开关，逆变电路(205)将直流电压逆变成电机所需的交流电压，当整流电路(204)和驱动电路(203)接收的结果满足逆变电路(205)中IGBT的导通要求，则逆变电路(205)中IGBT导通，跑步机启动，反之则跑步机停止运行。

5. 根据权利要求4所述的基于脑电控制跑步机的方法，其特征在于：其中IGBT导通的交流电压和频率分别是6HZ~17HZ, 30V~220V。

一种基于脑电控制的跑步机及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于脑电控制的跑步机及其控制方法,属于脑机交互,其中涉及计算机科学领域与生物医学技术领域。

背景技术

[0002] 用思想控制事物一直时人们的梦想,随着脑机接口技术的发展,这个梦想正在逐渐的从科幻走向现实。基于大脑中的不同意图会对应于不同的模式这个事实,脑电接口技术是一门以理解和解释大脑活动为主的新兴科学技术。近年来。研究者对脑机接口技术在多个领域的应用进行了探索,如“脑机交互、机器人、神经认真”等,脑机接口技术使人脑直接控制设备成为可能,因此,脑机接口技术最有希望成为以运动着的福音。

[0003] 脑电是由大脑神经元之间以电离子形式传递信息而在大脑皮层或者头皮表面表现的电现象,一方面大脑神经系统可以自主地发出信号;另一方面神经系统还可以对环境中的变换做出适应性调节。脑电最早于20世纪20年代德国生理与精神病学家Hans Berger首次从人头皮上采集到了脑电。随着信号处理的技术日益趋于成熟,也使得对脑电信号进行处理成为可能,现在采集脑电信号可以通过在头皮表层放置电极板,当采集到微小的脑电信号,通过放大器放大后传输到计算机进行处理,而后就可以清楚的看到人大脑活动是脑电波的波动情况与分布情况;这种成熟的信息处理使得脑电信号处理脑电信号成为可能。脑机接口是一种能够让人脑与外部环境直接进行交互的系统,他不依赖于正常的神经肌肉传导通道,而是直接通过采集脑电或者其他与脑活动相关信号来确定人的想法和意图。对于以往需要通过说话或者动作才能表达出来的意图,它能够利用计算机把包含了该意图的脑信号翻译成相应的指令,直接来控制外部设备,如计算机鼠标、神经假肢或者如本专利的跑步机,从而使用户能够直接与外部环境进行交流。

[0004] 在目前阶段的脑机接口的系统中,输入主要是从头皮或者皮层表面记录到的脑电信号,或者从大脑记录内部记录到的神经元活动。大脑活动信号通过电极获取,再经过放大和数字化送到计算机做进一步处理。信号输入之后进入数据处理环节,包括特征提取和转换算法两大部分。特征提取主要是进行像空间滤波、幅值测量、频谱分析、或者单个神经元的分离等步骤,提取出包括了用户的消息和指令的时候或者频域的信号特征。转换算法主要是将提取出的信号特征翻译成用户意愿的设备控制命令。在目前的BCI系统中,常用的脑电的信号包括视觉诱发电位、事件相关电位、慢皮层电位以及mu/beat节律等。其中mu/beat节律产生与大脑的感觉运动皮层,频率范围为8-12Hz。通常mu节律的出现还伴随着18-26Hz的beat节律。mu节律和beat节律能量的变换,即事件相关去同步化(ERD)和事件相关同步化(ERS),与肢体的运动想象有关,故mu/beat节律主要被用于区分不同肢体的运动想象。当肢体运动时,感觉运动皮层的相应区域就会引起mu/beat节律的ERD/ERS,ERD首先出现在运动肢体对侧的皮层区域。ERD的对侧性与惯用程度有关,例如研究表明当惯用的一侧手运动时,在对侧运动皮层产生的ERD明显强于同侧;非惯用手运动时,这种趋势会得到一定程度的减弱。除了真实的运动,肢体的运动想象也会产生相应的ERD/ERS。ERD/ERS在空间的分布

上符合大脑感觉运动皮层的躯体特定区域的分布,想象左手运动时,最明显的ERD出现在对侧运动皮层的手对应区域,想象脚运动时ERD出现在脚对应的中央区域,同时两侧的手对应区域还可能出现ERS.

随着人们的生活不断的提高,生活方式不断的改变,人们对于生活的品质的追求也不断的提高,所以越来越的人们选择投入健身当中去拥有一个完美的身材,对于跑步机这种基础的运动设施是人们很快入手,同样也是人们乐意去选择的一种方式,所以让跑步机更加的智能化与人性化是我们一直追求的目标。

发明内容

[0005] 本发明的目的是对于现有的跑步机其在智能化的程度上远远不够,而采用脑控的智能跑步机更是没有,故发明一种可以脑控的智能跑步机,极大的丰富人们的生活且其实用性强,能够给运动者带来绝佳的体验。

[0006] 本发明技术方案如下:

一种基于脑电控制的跑步机,包括脑电信号采集处理装置和跑步机装置;

所述脑电信号采集处理装置包括脑电信号采集装置101、脑电信号处理装置102、脑电库103、Wi-Fi传输模块104和第一供电模块105,所述第一供电模块105分别与脑电信号采集装置101、脑电信号处理装置102、脑电库103和Wi-Fi传输模块104相连,所述脑电信号处理装置102分别与脑电信号采集装置101、脑电库103和Wi-Fi传输模块104相连;

所述跑步机装置包括控制电路202、驱动电路203、整流电路204、逆变电路205、Wi-Fi接收模块207和第二供电模块208,所述第二供电模块208分别与控制电路202、驱动电路203、整流电路204和逆变电路205相连,控制电路202分别与Wi-Fi接收模块207、驱动电路203和整流电路204相连,逆变电路205分别与驱动电路203和整流电路204相连。

[0007] 所述跑步机装置还包括供使用者观测自己运动情况的显示装置和手动操作的辅助操作装置。

[0008] 利用上述装置进行脑电控制跑步机的方法为,利用脑电信号采集处理装置采集使用者的脑电信号并对其处理分析得到脑电信号的结果即其频率和幅度,跑步机装置接收到脑电信号的结果并利用其来控制跑步机的运行状态,当脑电波的频率为1~3Hz,幅度为20~200uV时,此时使用者处于极度疲劳状态,则关闭跑步机,停止运动;当脑电波频率为3~8Hz,幅度为5~20uV时,继续观察使用者的脑电波走势,如果其脑电波向着1~3Hz的方向发展,则关闭跑步机,停止运动;若向着8~13Hz方向发展则可以继续运动;当脑电波频率为8~13Hz,幅度为20~100uV时,此时使用者处于精神状态,可以正常运动,当脑电波频率为14~30Hz,幅度为100~150uV时,使用者处于锻炼疲劳状态,故关闭跑步机,停止锻炼。

[0009] 其具体过程为:利用脑电信号采集装置101采集使用者的脑电信号并传输至脑电信号处理装置102,脑电信号处理装置102对脑电信号进行特征提取和分类获得脑电信号的频率和幅度,将其与脑电库103的数据进行对比确定脑电信号的频率和幅度范围,再经Wi-Fi传输模块104传输到跑步器的Wi-Fi接收模块207;

Wi-Fi接收模块207将接收的脑电信号传输至控制电路202,控制电路202根据接收的脑电信号结果将交流电压放大并传输至整流电路204,同时将脑电信号的频率输出为脉冲PWM并将其传输至驱动电路203,整流电路204将交流电压整流成直流电压,驱动电路203将驱动

脉冲PWM作为导通逆变电路205IGBT的开关,逆变电路205将直流电压逆变成电机所需的交流电压,当整流电路204和驱动电路203接收的结果满足逆变电路205中IGBT的导通要求,则逆变电路205中IGBT导通,跑步机启动,反之则跑步机停止运行。

[0010] 其中IGBT导通的交流电压和频率分别是6HZ~17HZ,30V~220V。

[0011] 本发明的有益效果:

一、本发明可以有效的解决现有的跑步机不能根据运动者的实际情况来调节跑步的运动状态,即有益身体健康,同时还可以达到锻炼身体的目的。

[0012] 二、本发明可以根据脑电波波段的不同来判别运动者的运动情况。

[0013] 三、本发明使用成熟的EMOTIV采集设备,可以随时采集到干净、稳定的脑电信号。

[0014] 四、本发明的脑电采集过程不仅简单安全,而且实用性高。

附图说明

[0015] 图1是本发明的脑电信号采集装置框架图。

[0016] 图2是本发明的跑步机装置框架图;

图3是本发明的脑电采集电极分布图;

图4是本发明的整流电路结构图;

图5是本发明的逆变电路结构图;

图6是本发明的驱动电路结构图;

图1-6中各标号:101-脑电波信号采集装置、102-脑电信号处理装置、103-脑电库、104-Wi-Fi传输模块、105-第一供电模块、202-控制电路、203-驱动电路、204-整流电路、205-逆变电路、207-Wi-Fi接收模块、208-第二供电模块。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0018] 实施例1:如图1-2所示,一种基于脑电控制的跑步机,包括脑电信号采集处理装置和跑步机装置;

所述脑电信号采集处理装置包括脑电信号采集装置101、脑电信号处理装置102、脑电库103、Wi-Fi传输模块104和第一供电模块105,所述第一供电模块105分别与脑电信号采集装置101、脑电信号处理装置102、脑电库103和Wi-Fi传输模块104相连,所述脑电信号处理装置102分别与脑电信号采集装置101、脑电库103和Wi-Fi传输模块104相连;

所述跑步机装置包括控制电路202、驱动电路203、整流电路204、逆变电路205、Wi-Fi接收模块207和第二供电模块208,所述第二供电模块208分别与控制电路202、驱动电路203、整流电路204和逆变电路205相连,控制电路202分别与Wi-Fi接收模块207、驱动电路203和整流电路204相连,逆变电路205分别与驱动电路203和整流电路204相连。

[0019] 所述跑步机装置还包括供使用者观测自己运动情况(比如:跑步速率、坡度等等)的显示装置和辅助操作装置,方便使用者不想采取脑控时而供手动操作的功能。

[0020] 利用上述装置进行脑电控制跑步机的方法为,利用脑电信号采集处理装置采集使用者的脑电信号并对其处理分析得到脑电信号的结果即其频率和幅度,跑步机装置接收到脑电信号的结果并利用其来控制跑步机的运行状态,

其具体过程为：利用脑电信号采集装置101采集使用者的脑电信号并传输至脑电信号处理装置102，脑电信号处理装置102对脑电信号进行特征提取和分类获得脑电信号的频率和幅度，将其与脑电库103的数据进行对比确定脑电信号的频率和幅度范围，再经Wi-Fi传输模块104传输到跑步器的Wi-Fi接收模块207；

Wi-Fi接收模块207将接收的脑电信号传输至控制电路202，控制电路202根据接收的脑电信号结果将交流电压放大并传输至整流电路204，同时将脑电信号的频率输出为脉冲PWM并将其传输至驱动电路203，整流电路204将交流电压整流成直流电压，驱动电路203将驱动脉冲PWM作为导通逆变电路205IGBT的开关，逆变电路205将直流电压逆变成电机所需的交流电压，当整流电路204和驱动电路203接收的结果满足逆变电路205中IGBT的导通要求，则逆变电路205中IGBT导通，跑步机启动，反之则跑步机停止运行。

[0021] 实施例2：本实施例中脑电采集装置101采用EMOTIV脑电采集装置，EMOTIV是美国加州旧金山的神经科技公司开发一款无线脑电采集设备，此设备可以随时随地产生干净、稳定的脑电信号，同时在设计方面具有轻巧和对用户友好的特性。脑电采集的电极采集区域分布图如图3所示：通道数为14个，采集的电极具体为AF3,F7,F3,FC5,T7,P7,01,02,P8,T8,FC6,F4,F8,AF42。

[0022] 脑电信号处理装置102中采用OpenViBE软件，OpenViBE最初是由Inria Rennes, INSERM和Orange Labs与AFM,CNRS,Gipsa-lab和CEA List合作制造的，最后进一步开发做成了的一款成熟的用于设计、测试和人机交互的软件平台；OpenViBE是用于实时神经科学(即用于实时处理脑信号)的软件。它可用于实时采集，过滤，处理，分类和可视化大脑信号。从版本2.2.0开始，OpenViBE还可以用于大型数据集的脱机或批处理分析的工具。

[0023] 控制电路202将脑电信号经可编程增益放大器(PGA)放大后传输到整流电路，同时将脑电信号转换成驱动电路所需的脉冲PWM，将其传输到驱动电路。必须具有的功能：

具有硬件PWM输出端且能够对频率和占空比进行灵活的控制

具备输入端捕获功能和较高运算能力以便于实现控制算法；

具备通用的I/O端口。

[0024] 基于以上功能本设计最终选用日本NEC公司 16 位单片机 μPD 78 F1213作为控制电路的核心。该单片机采用78K0R CPU内核，内部具有16K FLASH和 1K RAM，并且集成多个外设，如多功能定时器、多功能串行接口、A/D转换器和可编程增益放大器(PGA)、比较器和看门狗定时器，CPU最高频率 20MHz，处理速度快，指令周期短。同时，该单片机具有功能强大的定时器阵列单元(TAU)，包含 12 通道 16 位定时器，可用于输入方波高低电平测量、方波输出、多路PWM输出、定时中断、输入捕获等。该定时器阵列单元可以方便地输出多种PWM波形，非常适合于控制电路的应用。

[0025] 由于电压等级的不同和驱动能力的限制，控制电路202产生的PWM脉冲信号无法驱动功率开关器件，而必须借助一定的专门驱动电路才能完成。IGBT为电压型开关器件，其导通的交流电压和频率分别是6HZ~17HZ,30V~220V,故驱动电路203的要求为：

(1) IGBT对栅极电荷非常敏感，驱动电路中要有低阻抗放电回路。

[0026] (2) 驱动源内阻应尽量小，以保证栅极控制电压有足够陡的前后沿，从而降低开关损耗。

[0027] (3) 驱动电压应保证 IGBT 饱和导通，同时又具有较长的短路电流承受时间。

[0028] (4) 器件开通后,栅极驱动应能够提供足够的功率,使器件不至于退出饱和。

[0029] (5) 关断过程中,为尽快抽取功率管栅源间的存储电荷,同时降低关断损耗,关断时尽量给栅源之间提供负偏压。

[0030] (6) 在大电感负载下,器件的开关时间不能太短,以限制尖峰电压,减小电磁干扰,同时确保开关器件安全。

[0031] 驱动电路203的工作原理:如图6所示,图中 C1 、 VD1 分别为自举电容和自举二极管。假定在T1关断期间, C1 已充到足够的电压,即 $V_{c1}=V_{cc}$ 。当驱动电路接收的PWM信号满足IGBT导通范围时,V1导通,V2关断, V_{c1} 加到 T1 的栅极和源级之间,C1 通过 V1、Rg1对 T1 栅源电容充电,此时 T1 导通,自举电容放电,逆变电路中的电压型开关器件IGBT导通。当驱动电路接收的PWM信号不满足IGBT导通范围时,V2导通,V1关断,T1栅源电荷经Rg1 、 V2 迅速释放, T1关断,逆变电路中的电压型开关器件IGBT无法导通,如此循环。

[0032] 由于跑步机的电机采用交-直-交结构,故需要将控制电路传输过来的交流电压整流成直流电压传输到逆变电路中,所述整流电路204结构如图4所示:采用的是二极管整流桥,其目的是提高功率因数。如整流电路图所述,其中RV1为压敏电阻,用于对整流桥输入端电压进行限幅;CX1为高压薄膜电容,用于滤除交流进线上的差模干扰;其中KIB为闭合继电器串联在整流电路的交流输入此,其目的是当发生过流故障时断开该继电器以切断大电流通路以保证系统安全。右侧为整流电路直流侧,其中C4/C5分别为电解电容,用于滤除电压波纹,即滤波功能。

[0033] 由于跑步机采用的是交-直-交结构,故需要将整流电路204中直流侧输出的直流电路逆变成电机所需的交流电压,逆变电路205结构如图5所示:逆变电路设计选用功率器件构成的桥式逆变电路结构;由于桥臂元件须具有开关速度快、变换器负载电流连续,驱动电路复杂度低等优点,故选用美国FAIRCHILD公司的智能模块IPM作为逆变电路的核心。其中IPM的核心是多单元的电压型开关器件IGBT模块。

[0034] 当脑电信号的频率为1~3Hz,幅度为20~200uV时,此时使用者处于极度疲劳状态,则关闭跑步机,停止运动;当脑电波频率为3~8Hz,幅度为5~20uV时,继续观察使用者的脑电波走势,如果其脑电波向着1~3Hz的方向发展,则关闭跑步机,停止运动;若向着8~13Hz方向发展则可以继续运动;当脑电波频率为8~13Hz,幅度为20~100uV时,此时使用者处于精神状态,可以正常运动,当脑电波频率为14~30Hz,幅度为100~150uV时,使用者处于锻炼疲劳状态,故关闭跑步机,停止锻炼。具体的过程为:控制电路202中的可编程增益放大器PGA将电压放大至20V~200V,传输至整流电路204;其中将频率1~3Hz输出为驱动脉冲 PWM 传输到驱动电路203;驱动电路203将驱动脉冲PWM作为导通逆变电路205中IGBT的开关,其中IGBT导通的交流电压和频率分别是6HZ~17HZ,30V~220V。此时的驱动脉冲的频率为1~3HZ,不满足逆变电路205中IGBT导通的要求,故跑步机无法启动。当脑电信号分别为3~8Hz,5~20uV、14~30Hz, 100~150uV时,此时的跑步机同样无法启动。而当接收到的脑电信号为8~14Hz,20~100uV时,控制电路202经可编程增益放大器PGA将电压放大至20V~100V,将8~14Hz变成驱动脉冲PWM传输到驱动电路203;整流电路204将交流20V~100V的电压整流成34.6V~173V的直流电压,此时逆变电路205中的IGBT导通,逆变电路205将直流电压34.6V~173V逆变成电机所需的交流电压44V~220V,此时的跑步机运转。

[0035] 此外,还可以将跑步机作出适应性修改,如根据脑电信号得出的使用者状态对应

调节其跑步速度,或者加入其它的调节功能。

[0036] 上面结合附图对本发明的具体实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。

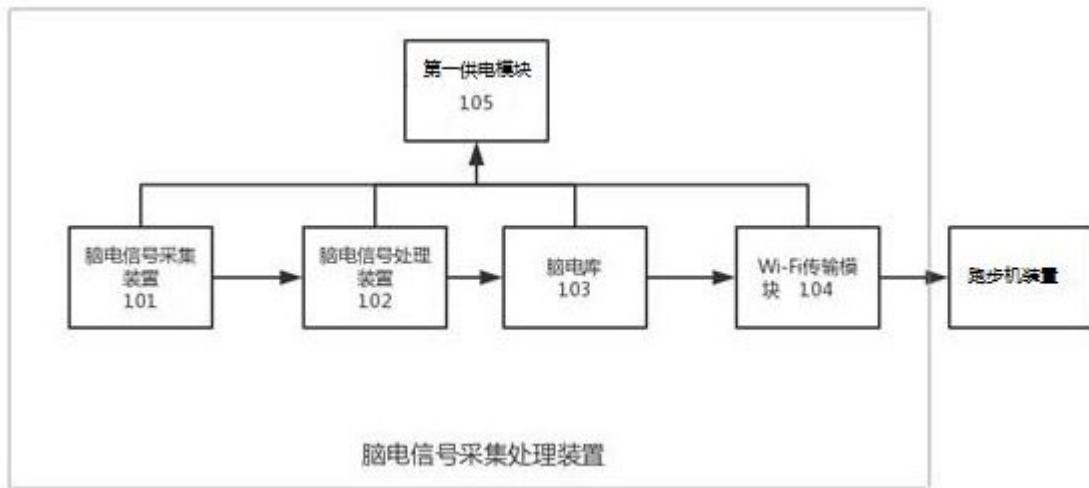


图1

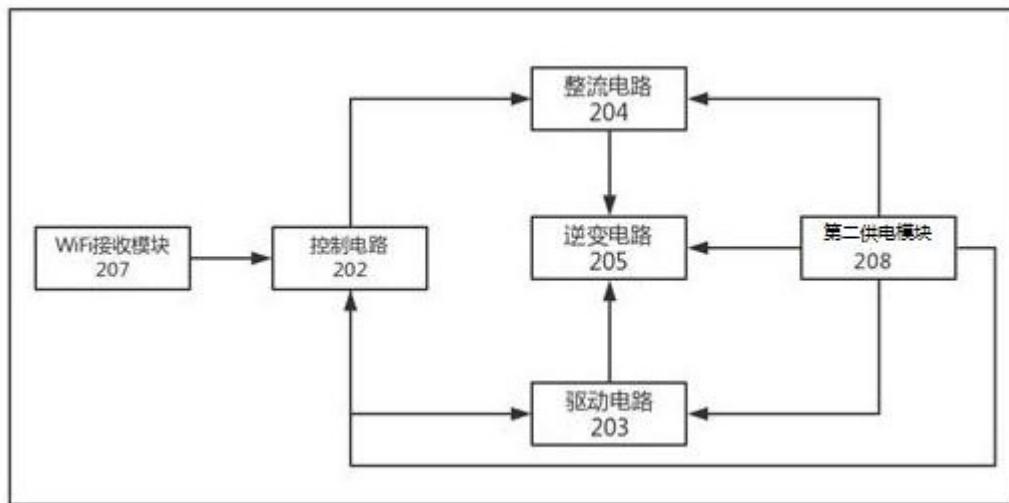


图2

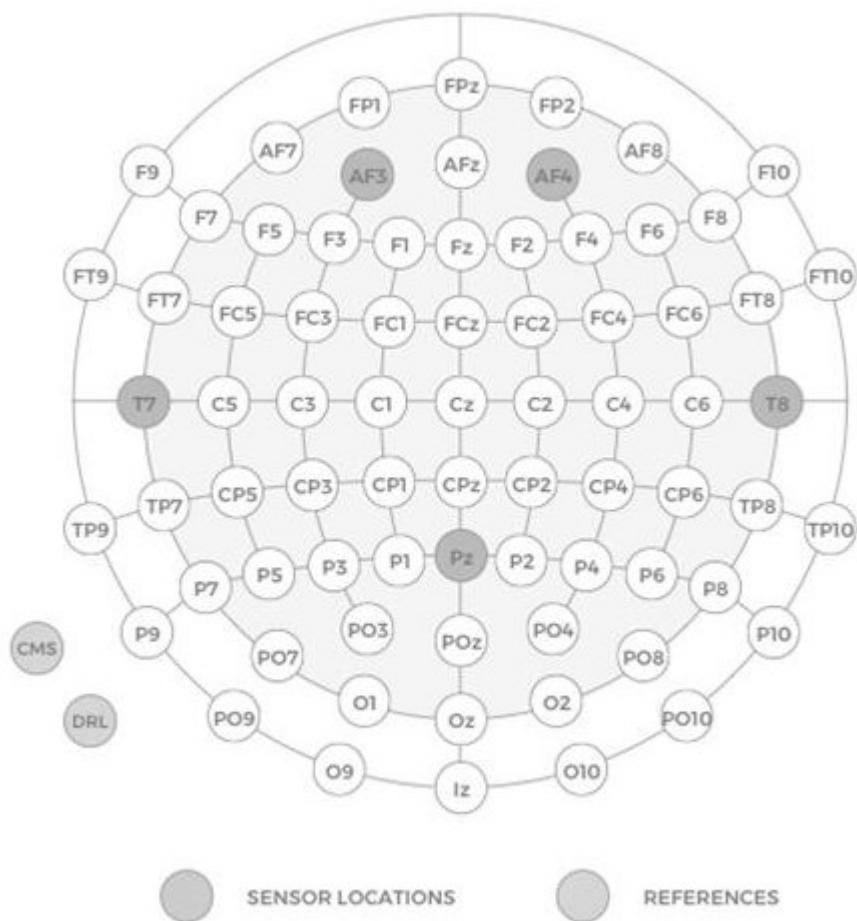


图3

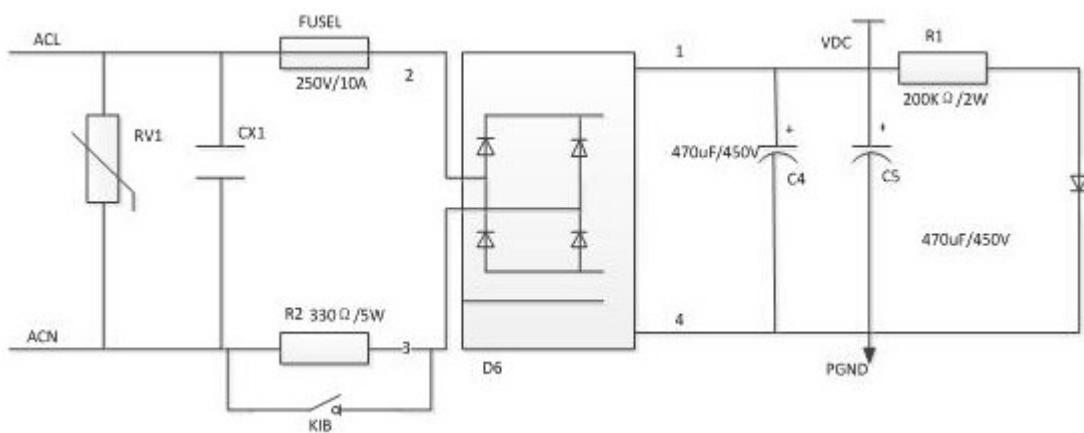


图4

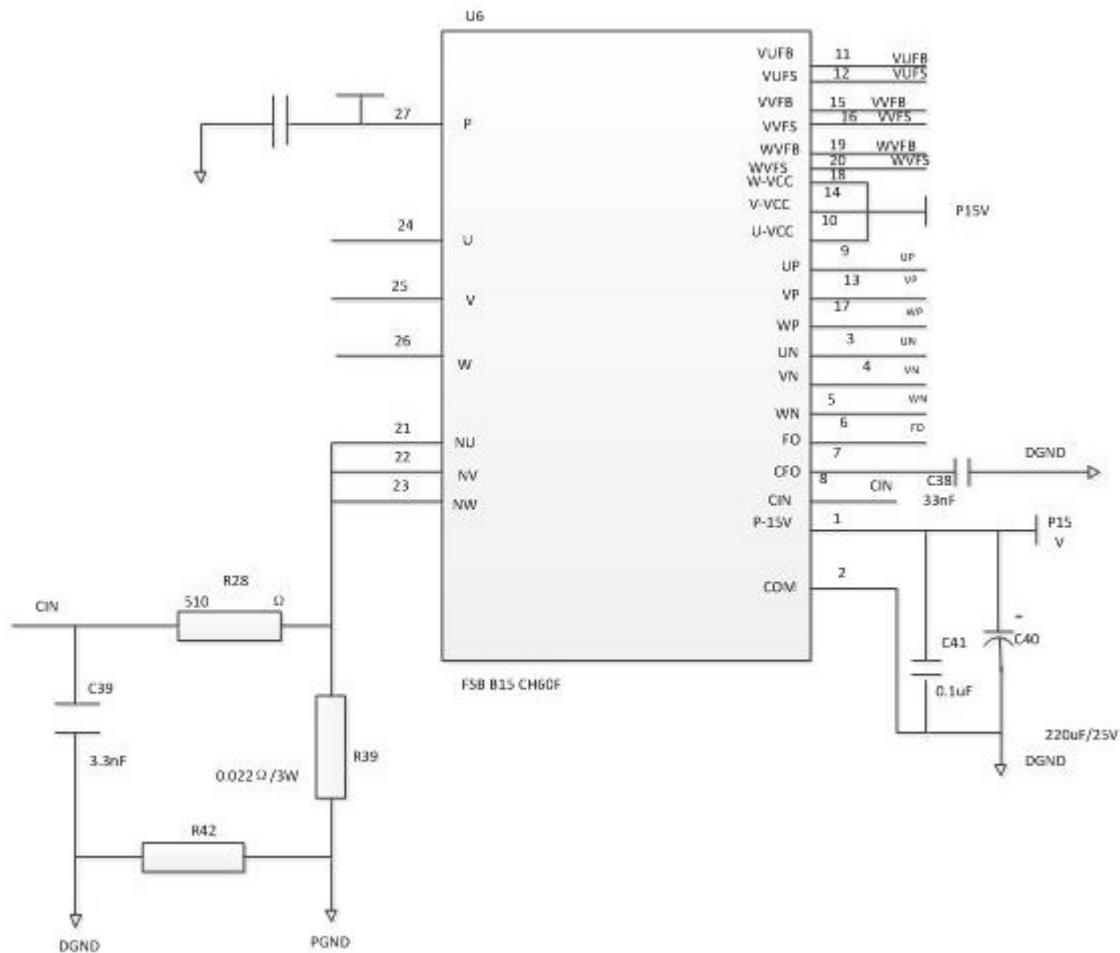


图5

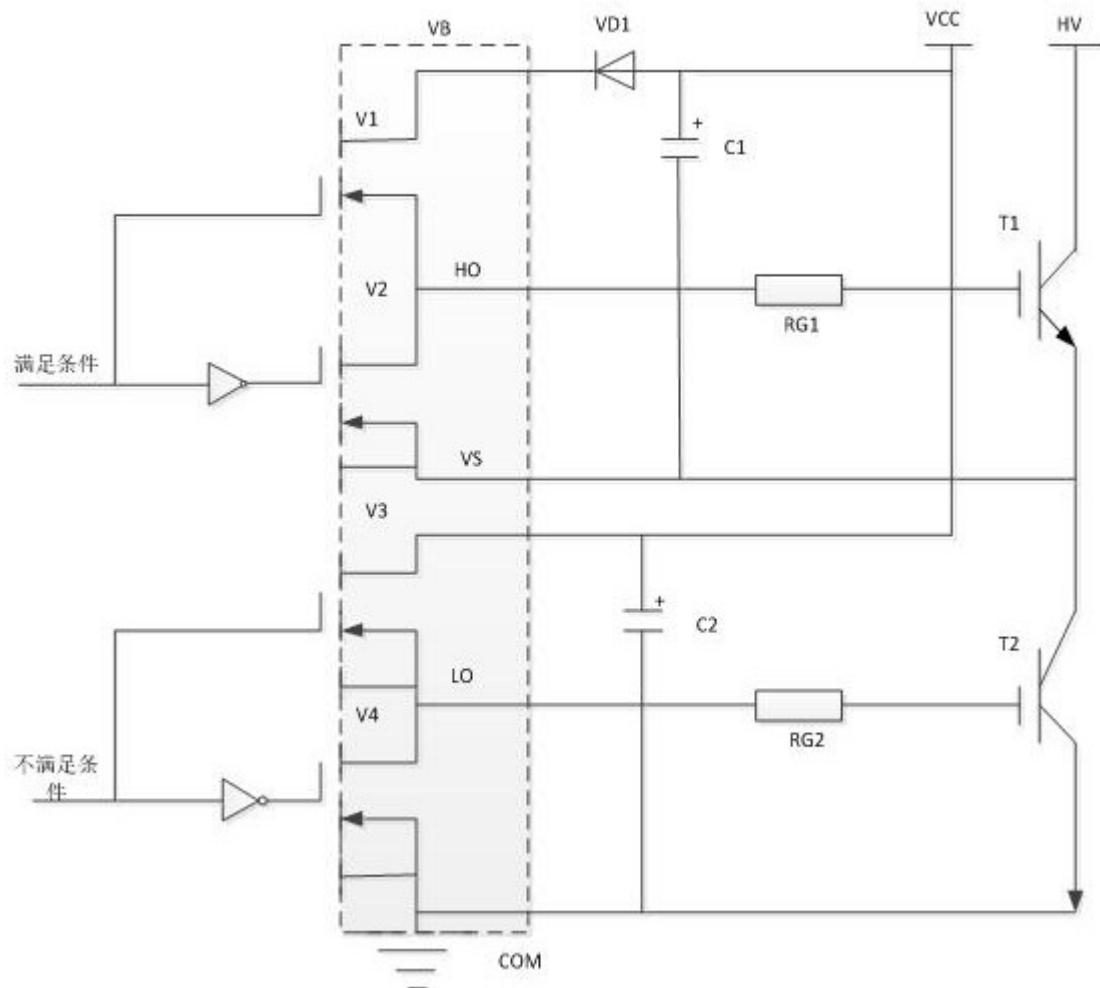


图6

专利名称(译)	一种基于脑电控制的跑步机及其控制方法		
公开(公告)号	CN110898384A	公开(公告)日	2020-03-24
申请号	CN201911070810.3	申请日	2019-11-05
[标]申请(专利权)人(译)	昆明理工大学		
申请(专利权)人(译)	昆明理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	昆明理工大学		
[标]发明人	伏云发 王晓琳 周建华 陈壮飞 熊馨		
发明人	伏云发 王晓琳 周建华 陈壮飞 熊馨		
IPC分类号	A63B22/02 A63B24/00 A61B5/00 A61B5/0476 A61B5/0478		
CPC分类号	A61B5/0476 A61B5/0478 A61B5/72 A63B22/025 A63B24/0087 A63B2024/0093		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明涉及一种基于脑电控制的跑步机及其控制方法，属于脑机交互，其中涉及计算机科学领域与生物医学技术领域。本发明包括脑电信号采集处理装置和跑步机装置；所述脑电信号采集处理装置包括脑电信号采集装置、脑电信号处理装置、脑电库、Wi-Fi传输模块和第一供电模块；所述跑步机装置包括控制电路、驱动电路、整流电路、逆变电路、Wi-Fi接收模块和第二供电模块；本发明可以根据运动者运动时大脑产生的脑电波所处的波段的不同来调节运动的节奏，同时也可根据运动时所产生的脑电波波段来控制跑步机的开关，本发明更加人性化，丰富了人们的生活。

