



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109276820 A

(43)申请公布日 2019.01.29

(21)申请号 201811360164.X

(22)申请日 2018.11.15

(71)申请人 广州科莱瑞迪医疗器材股份有限公司

地址 510000 广东省广州市经济技术开发区沙湾三街14号一至六楼

(72)发明人 邓小武 蓝培钦 逢树金 罗广文  
康德华 彭应林 王彬

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 颜希文 宋静娜

(51)Int.Cl.

A61N 5/10(2006.01)

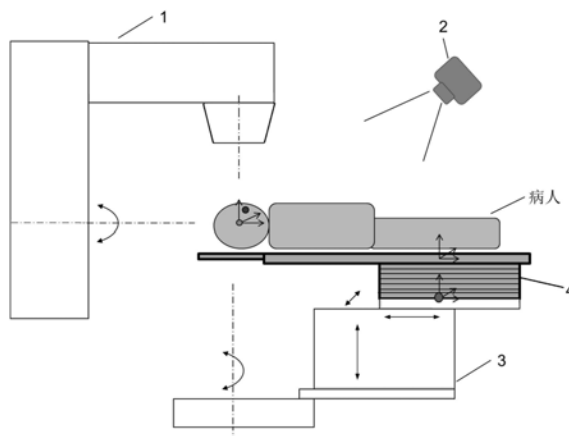
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

### (54)发明名称

一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统及方法

### (57)摘要

本发明公开了一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统及方法,该系统包括:加速器以及与加速器相对的治疗床,所述治疗床上设置六维精准调节机构,所述六维精准调节机构包括六个滑动模组模块以实现对所述治疗床六个维度的调整位置,所述系统还包括呼吸运动曲线采集装置,所述呼吸运动曲线采集装置设置于能采集到所述治疗床上人体的胸腹部起伏变化的位置,通过本发明,可解决在有限的空间里对人体的位姿进行多方位的精确调整,以对病体精准定位的问题,关键地通过本发明实现了对受呼吸影响的病灶的精准定位。



1. 一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,包括:加速器以及与加速器相对的治疗床,所述治疗床上设置六维精准调节机构,所述六维精准调节机构包括六个滑动模组模块以实现所述治疗床六个维度的调整位置,所述系统还包括呼吸运动曲线采集装置,所述呼吸运动曲线采集装置设置于能采集到所述治疗床上人体的胸腹部起伏变化的位置。

2. 如权利要求1所述的一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,其特征在于:所述呼吸运动曲线采集装置采用双目摄像头或激光探测仪,以采集所述治疗床上人体的胸腹部起伏状态。

3. 如权利要求1所述的一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,其特征在于:所述六维精准调节结构还包括控制单元,所述控制单元包括:

训练单元,用于于放疗前根据采集到的呼吸运动曲线趋势变化训练六维精准调节机构对其进行前馈控制,即训练六维精准调节机构跟随人体呼吸曲线进行相反的运动,对人体的呼吸运动进行动态补偿;

呼吸运动曲线获取单元,用于实时获取所述呼吸运动曲线采集装置根据人体呼吸胸腹部起伏变化建立的呼吸运动曲线;

补偿控制单元,用于根据所述训练单元的训练结果,利用人体的呼吸运动曲线预测并控制六维精准调节机构实现呼吸动态补偿。

通讯单元,用于与所述加速器、视频监测装置之间的无线通讯。

4. 如权利要求3所述的一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,其特征在于:所述训练单元首先让人体学习平稳的呼吸,以使所述呼吸运动曲线采集装置采集到的呼吸曲线达到一定平稳度,然后通过训练对呼吸曲线的变化趋势进行预测,预测呼吸的下一个位置,进而控制六维精准调节机构的运动以使六维精准调节机构的运动曲线与呼吸运动曲线反相,达到运动补偿的目的。

5. 如权利要求4所述的一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,其特征在于:所述训练单元于训练过程中,需根据六维精准调节机构响应的时间和通讯延迟时间预测提前多长时间控制六维精准调节机构做呼吸补偿运动。

6. 如权利要求3所述的一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,其特征在于:所述补偿控制单元实时监测进行动态补偿后的补偿曲线,若监测到补偿曲线幅度超过预设阈值,则发出相应的信号以控制加速器停止出射线,并产生报警提示,而当监测到补偿曲线的幅度回到阈值范围内,则发出相应信号以启动加速器重新发出射线。

7. 如权利要求3所述的一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,其特征在于:所述控制单元还包括验证单元,用于于放疗前,对所述训练单元动态补偿训练后的补偿曲线进行验证,判断曲线幅度是否在设定的阈值以内,若不在设定的阈值范围内,则令训练单元继续训练,若曲线幅度大多数时间都在预设的阈值内,则通过验证,并启动后续的补偿控制。

8. 一种放疗呼吸运动实时动态补偿方法,包括如下步骤:

步骤S1,于放疗前根据采集到的呼吸运动曲线趋势变化训练六维精准调节机构对其进行前馈控制,即训练六维精准调节机构跟随人体呼吸曲线进行相反的运动,对人体的呼吸运动进行动态补偿;

步骤S2,利用呼吸运动曲线采集装置采集人体的胸腹部起伏变化建立人体的呼吸运动曲线;

步骤S3,根据训练结果,利用人体的呼吸运动曲线预测呼吸并控制六维精准调节机构实现呼吸动态补偿。

9.如权利要求8所述的一种放疗呼吸运动实时动态补偿方法,其特征在于:于步骤S1中,首先训练人体呼吸使通过所述呼吸运动采集装置采集到的呼吸曲线达到一定平稳度;然后对呼吸曲线的变化趋势进行预测,预测呼吸的下一个位置,进而控制六维精准调节机构的运动以使六维精准调节机构的运动曲线与呼吸运动曲线反相,达到运动补偿的目的。

10.如权利要求8所述的一种放疗呼吸运动实时动态补偿方法,其特征在于:于步骤S3中,实时监测进行动态补偿后的补偿曲线,若监测到补偿曲线幅度超过预设阈值,则发出相应的信号以控制加速器停止出射线,并产生报警提示,而当监测到补偿曲线的幅度回到阈值范围内,则发出相应信号以启动加速器重新发出射线。

## 一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及于医疗器械辅助治疗设备领域,特别是涉及一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统及方法。

### 背景技术

[0002] 放射治疗机或加速器产生的x射线、电子线、质子束及其它粒子束等治疗恶性肿瘤的一种重要的局部治疗方法。据世界卫生组织(WTO)统计45%的肿瘤可以治愈,其中放射治疗可以治愈的达到18%。在肿瘤临床的治疗中,大约70%的癌症人体在治疗癌症的过程中需要用放射治疗。放射治疗在肿瘤治疗中的作用和地位日益突出,放射治疗已成为治疗恶性肿瘤的主要手段之一。中国约有70%以上的癌症需用放射治疗,美国统计也有50%以上的癌症需用放射治疗。放射治疗几乎可用于所有的癌症治疗,对许多癌症人体而言,放射治疗是唯一必须用的治疗方法。在放射治疗过程中,要求放射线对人体精确定位以保证待照射的区域或肿瘤受到做足够高的辐射剂量,同时对人体的正常组织尽量少的损害。

[0003] 在放射治疗时,人体一般躺在病床上,由医生把人体的病体送至等中心处照射。这需要对病体进行精准定位,而实际治疗过程中医生遇到以下诸多问题:1)肿瘤是随机分布的,它有时会被人体其他正常组织遮挡;2)人体已经固定在治疗床上,由于人体不适或抵触,位置可能有多种方向的偏摆移动,导致病体偏离计划位置,在长时间的重复调整过程中,延长照射时间,给人体带来痛苦;3)放射治疗在加速器探头下在空间有限,而人体体重分布广,治疗床承重不够。综上,医生需要在有限的空间里对人体的位姿进行多方位的精确调整,而现有的治疗床很难到达精确的全方位的调整。

[0004] 另外,在放射治疗(放疗)的过程中,特别是当癌症位置在胸腹部时,人体呼吸会影响病灶的位置偏移,造成正常组织受到损伤,而有些病灶没有得到充分的辐照。

### 发明内容

[0005] 为克服上述现有技术存在的不足,本发明之目的在于提供一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统及方法,以解决在有限的空间里对人体的位姿进行多方位的精确调整,以对病体精准定位的问题,并实现对受呼吸影响的病灶精准定位。

[0006] 为达上述目的,本发明提出一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,包括:加速器以及与加速器相对的治疗床,所述治疗床上设置六维精准调节机构,所述六维精准调节机构包括六个滑动模组模块以实现对所述治疗床六个维度的调整位置,所述系统还包括呼吸运动曲线采集装置,所述呼吸运动曲线采集装置设置于能采集到所述治疗床上人体的胸腹部起伏变化的位置。

[0007] 优选地,所述呼吸运动曲线采集装置采用双目摄像头或激光探测仪,以采集所述治疗床上人体的胸腹部起伏状态。

[0008] 优选地,所述六维精准调节结构还包括控制单元,所述控制单元包括:

[0009] 训练单元,用于于放疗前根据采集到的呼吸运动曲线趋势变化训练六维精准调节

机构对其进行前馈控制,即训练六维精准调节机构跟随人体呼吸曲线进行相反的运动,对人体的呼吸运动进行动态补偿;

[0010] 呼吸运动曲线获取单元,用于实时获取所述呼吸运动曲线采集装置根据人体呼吸胸腹部起伏变化建立的呼吸运动曲线;

[0011] 补偿控制单元,用于根据所述训练单元的训练结果,利用人体的呼吸运动曲线预测并控制六维精准调节机构实现呼吸动态补偿。

[0012] 通讯单元,用于与所述加速器、视频监控装置之间的无线通讯。

[0013] 优选地,所述训练单元首先让人体学习平稳的呼吸,以使所述呼吸运动曲线采集装置采集到的呼吸曲线达到一定平稳度,然后通过训练对呼吸曲线的变化趋势进行预测,预测呼吸的下一个位置,进而控制六维精准调节机构的运动以使六维精准调节机构的运动曲线与呼吸运动曲线反相,达到运动补偿的目的。

[0014] 优选地,所述训练单元于训练过程中,需根据六维精准调节机构响应的时间和通讯延迟时间预测提前多长时间控制六维精准调节机构做呼吸补偿运动。

[0015] 优选地,所述补偿控制单元实时监测进行动态补偿后的补偿曲线,若监测到补偿曲线幅度超过预设阈值,则发出相应的信号以控制加速器停止出射线,并产生报警提示,而当监测到补偿曲线的幅度回到阈值范围内,则发出相应信号以启动加速器重新发出射线。

[0016] 优选地,所述控制单元还包括验证单元,用于于放疗前,对所述训练单元动态补偿训练后的补偿曲线进行验证,判断曲线幅度是否在设定的阈值以内,若不在设定的阈值范围内,则令训练单元继续训练,若曲线幅度大多数时间都在预设的阈值内,则通过验证,并启动后续的补偿控制。

[0017] 为达到上述目的,本发明还提供一种放疗呼吸运动实时动态补偿方法,包括如下步骤:

[0018] 步骤S1,于放疗前根据采集到的呼吸运动曲线趋势变化训练六维精准调节机构对其进行前馈控制,即训练六维精准调节机构跟随人体呼吸曲线进行相反的运动,对人体的呼吸运动进行动态补偿;

[0019] 步骤S2,利用呼吸运动曲线采集装置采集人体的胸腹部起伏变化建立人体的呼吸运动曲线;

[0020] 步骤S3,根据训练结果,利用人体的呼吸运动曲线预测呼吸并控制六维精准调节机构实现呼吸动态补偿。

[0021] 优选地,于步骤S1中,首先训练人体呼吸使通过所述呼吸运动采集装置采集到的呼吸曲线达到一定平稳度;然后对呼吸曲线的变化趋势进行预测,预测呼吸的下一个位置,进而控制六维精准调节机构的运动以使六维精准调节机构的运动曲线与呼吸运动曲线反相,达到运动补偿的目的。

[0022] 优选地,于步骤S3中,实时监测进行动态补偿后的补偿曲线,若监测到补偿曲线幅度超过预设阈值,则发出相应的信号以控制加速器停止出射线,并产生报警提示,而当监测到补偿曲线的幅度回到阈值范围内,则发出相应信号以启动加速器重新发出射线。

[0023] 与现有技术相比,本发明一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统及方法通过利用呼吸运动曲线采集装置采集人体的胸腹部起伏变化建立人体的呼吸运动曲线,并根据采集到的呼吸运动曲线让六维精准调节机构跟随呼吸运动曲线进行相反的运动以进行学习,根据

人体呼吸运动曲线的特征预测六维精准调节机构需要提前多长时间运动到学习的位置,以便六维精准调节机构可以实现六轴的精确摆位,以解决现有技术有限的空间里无法对人体的位姿进行多方位的精确调整,以及对病体精准定位的问题,关键地通过本发明实现了对受呼吸影响的病灶的精准定位。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统的结构示意图;

[0025] 图2为本发明具体实施例中六维精准调节机构4的控制单元的结构示意图;

[0026] 图3为本发明一种放疗呼吸运动实时动态补偿方法的步骤流程图。

## 具体实施方式

[0027] 以下通过特定的具体实例并结合附图说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭示的内容轻易地了解本发明的其它优点与功效。本发明亦可通过其它不同的具体实例加以施行或应用,本说明书中的各项细节亦可基于不同观点与应用,在不背离本发明的精神下进行各种修饰与变更。

[0028] 图1为本发明一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统的结构示意图。如图1所示,本发明一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统,包括:加速器1以及与加速器1相对的治疗床3,在本发明具体实施例中,加速器1为传统通用医用加速器,治疗床3为加速器配套通用四维治疗床,治疗床3上设置六维精准调节机构4,在本发明具体实施例中,六维精准调节机构包括六个滑动模组模块,并具有控制单元,以控制六个滑动模组模块实现人体六个维度的调整位置,呼吸运动曲线采集装置2,设置于可采集到人体胸腹部起伏变化处,以实时采集人体的胸腹部起伏变化,在本发明一实施例中,呼吸运动曲线采集装置2可以为视频监控装置,视频监控装置悬挂在能拍摄到治疗床3上人体的位置,具体地,视频监控装置设置于治疗床3的斜上方,以监测治疗床3的人体的胸腹部状态,视频监控装置可采用双目摄像头,在本发明具体实施例中,视频监控装置还包括视频处理单元,以根据摄像头采集的人体的胸腹部起伏变化建立人体的呼吸运动曲线,在本发明另一实施例中,呼吸运动曲线采集装置2也可以为激光探测仪,用于探测人体胸腹部的起伏变化,起伏一次即对应一次呼吸,因此能根据采集到的人体的胸腹部起伏变化建立人体的呼吸运动曲线。

[0029] 其中,加速器1、视频监控装置2与六维精准调节机构4可以实现实时通讯。

[0030] 图2为本发明具体实施例中六维精准调节机构4的控制单元的结构示意图。如图2所示,控制单元包括:

[0031] 训练单元201,用于于放疗前根据采集到的呼吸运动曲线趋势变化训练六维精准调节机构对其进行前馈控制,即训练六维精准调节机构跟随人体呼吸曲线进行相反的运动,对人体的呼吸运动进行动态补偿,使得补偿后曲线接近一条直线。具体地说,在放疗前,先训练人体呼吸,使其呼吸达到尽量相同的幅度,相同的频率,以及尽量平稳有规律,此时六维精准调节机构是静止的,即通过呼吸运动曲线采集装置2采集到的呼吸曲线达到一定平稳度,然后训练单元202控制六维精准调节机构进行前馈控制,即控制六维精准调节机构跟随人体呼吸运动曲线进行相反的运动,具体地说,训练单元201通过训练对呼吸曲线的变化趋势进行预测,预测呼吸的下一个位置,进而控制六维精准调节机构的运动以使六维精

准调节机构的运动曲线与呼吸运动曲线反相,进而达到运动补偿的目的。在本发明具体实施例中,由于六维精准调节结构具有响应时间以及通讯具有延迟时间,因此,于训练过程中,还需根据六维精准调节机构响应的时间和通讯延迟时间预测提前多长时间控制六维精准调节机构做呼吸补偿运动。

[0032] 呼吸运动曲线获取单元202,用于实时获取呼吸运动曲线采集装置2采集的根据人体呼吸胸腹部起伏变化建立的呼吸运动曲线;

[0033] 补偿控制单元203,用于针对训练单元201的训练结果,根据人体的呼吸运动曲线预测并控制六维精准调节机构实现呼吸动态补偿。也就是说,于放疗时,补偿控制单元203根据训练结果,通过对呼吸运动曲线的变化趋势进行预测,预测呼吸的下一个位置,根据预测结果控制六维精准调节机构的运动以使六维精准调节机构的运动曲线与呼吸运动曲线反相,进而达到运动补偿的目的。在本发明具体实施例中,由于六维精准调节结构具有响应时间以及通讯具有延迟时间,因此,还需根据训练单元的训练结果预测提前多长时间控制六维精准调节机构做呼吸补偿运动。较佳地,补偿控制单元203还实时监测进行动态补偿后的补偿曲线,若监测到补偿曲线幅度超过预设阈值,则发出相应的信号以控制加速器停止出射线,并产生报警提示,而当监测到补偿曲线的幅度回到阈值范围内,则发出相应信号以启动加速器重新发出射线。

[0034] 通讯单元204,用于与加速器1、呼吸运动曲线采集装置2之间的无线通讯。

[0035] 较佳地,控制单元还包括验证单元,用于于放疗前,对训练单元201动态补偿训练后的补偿曲线进行验证,判断曲线幅度是否在设定的阈值以内,若不在设定的阈值范围内,则需继续训练,若曲线幅度大多数时间(比如10分钟内有9分钟以上)都在预设的阈值内,则表示符合要求,通过验证,并启动后续的补偿控制单元203。

[0036] 图3为本发明一种放疗呼吸运动实时动态补偿方法的步骤流程图。如图3所示,本发明一种放疗呼吸运动实时动态补偿方法,包括如下步骤:

[0037] 步骤S1,于放疗前根据采集到的呼吸运动曲线趋势变化训练六维精准调节机构对其进行前馈控制,即训练六维精准调节机构跟随人体呼吸曲线进行相反的运动,对人体的呼吸运动进行动态补偿,使得补偿后曲线接近一条直线。具体地说,在放疗前,先训练人体呼吸,使其呼吸达到尽量相同的幅度,相同的频率,以及尽量平稳有规律,即通过呼吸运动曲线采集装置2采集到的呼吸曲线达到一定平稳度,然后控制六维精准调节机构进行前馈控制,即控制六维精准调节机构跟随人体呼吸运动曲线进行相反的运动,具体地说,于步骤S1中,首先训练人体呼吸使其呼吸平稳,即通过呼吸运动采集装置2采集到的呼吸曲线达到一定平稳度;然后对呼吸曲线的变化趋势进行预测,预测呼吸的下一个位置,进而控制六维精准调节机构的运动以使六维精准调节机构的运动曲线与呼吸运动曲线反相,从而达到运动补偿的目的。在本发明具体实施例中,由于六维精准调节结构具有响应时间以及通讯具有延迟时间,因此,于训练过程中,还需根据六维精准调节机构响应的时间和通讯延迟时间预测提前多长时间控制六维精准调节机构做呼吸补偿运动。

[0038] 步骤S2,利用呼吸运动曲线采集装置采集人体的胸腹部起伏变化建立人体的呼吸运动曲线;

[0039] 步骤S3,利用训练结果,根据人体的呼吸运动曲线预测呼吸并控制六维精准调节机构实现呼吸动态补偿。也就是说,于放疗时,补偿控制单元203根据训练结果,通过对呼吸

运动曲线的变化趋势进行预测,预测呼吸的下一个位置,根据预测结果控制六维精准调节机构的运动以使六维精准调节机构的运动曲线与呼吸运动曲线反相,进而达到运动补偿的目的。在本发明具体实施例中,由于六维精准调节结构具有响应时间以及通讯具有延迟时间,因此,还需根据训练单元的训练结果预测提前多长时间控制六维精准调节机构做呼吸补偿运动。较佳地,于步骤S3中,还实时监测进行动态补偿后的补偿曲线,若监测到补偿曲线幅度超过预设阈值,则发出相应的信号以控制加速器停止出射线,并产生报警提示,而当监测到补偿曲线的幅度回到阈值范围内,则发出相应信号以启动加速器重新发出射线。

[0040] 优选地,于步骤S1后,还包括如下步骤:

[0041] 对动态补偿训练后的补偿曲线进行验证,判断曲线幅度是否在设定的阈值以内,若不在设定的阈值范围内,则需继续训练,若曲线幅度大多数时间(比如10分钟内有9分钟以上)都在预设的阈值内,则表示符合要求,通过验证,并进入后续的动态补偿步骤。

[0042] 以下将通过一具体例子来说明本发明之动态补偿过程:在本发明具体实施例中,利用双目摄像头/激光线通过胸腹部起伏状态采集人体呼吸曲线,六维精准调节机构的位置可通过控制系统采集编码器的值得到,系统还通过一显示器显示相关曲线,具体地,显示器会显示2条曲线,一为双目摄像头采集到的曲线,即补偿曲线,二为双目摄像头采集到的曲线减去六维精准调节机构的位移差的曲线,即呼吸曲线,其动态补偿过程如下:

[0043] 1、放疗前:六维精准调节机构静止,先训练人体呼吸使其达到尽量相同的幅度,相同的频率,以及尽量平稳有规律,以采集到一定平稳度的呼吸曲线;

[0044] 2、放疗前:运用采集到的呼吸曲线的变化趋势进行前馈控制,即通过对呼吸曲线的变化趋势做预测,预测呼吸的下一个位置,控制六维精准调节机构进行与呼吸曲线反相的运动,即六维精准调节机构运动形成(即为位置变化)的曲线与呼吸曲线反相,从而使得补偿曲线接近一条直线,六维精准调节机构具有一定的响应的时间和通讯延迟时间,因此提前多长时间做补偿运动还要通过对六维精准调节机构响应的时间和通讯延迟时间进行预判,以让六维精准调节机构提前做呼吸补偿运动;

[0045] 3、放疗前:对呼吸补偿后的曲线做验证,曲线幅度是否在设定的阈值以内,如果多数时候都在阈值以内,符合要求,接下来进行放疗;

[0046] 4、放疗时,实现预警提示功能,当补偿曲线幅度超过阈值,就会停止出射线,并有报警提示,当幅度值回到阈值范围以内又重新出射线放疗。

[0047] 综上所述,本发明一种放疗呼吸运动实时动态补偿系统及方法通过利用呼吸运动曲线采集装置采集人体的胸腹部起伏变化建立人体的呼吸运动曲线,并根据采集到的呼吸运动曲线让六维精准调节机构跟随呼吸运动曲线进行相反的运动以进行学习,根据人体呼吸运动曲线的特征预测六维精准调节机构需要提前多长时间运动到学习的位置,以便六维精准调节机构可以实现六轴的精确摆位,以解决现有技术有限的空间里无法对人体的位姿进行多方位的精确调整,以及对病体精准定位的问题,关键地通过本发明实现了对受呼吸影响的病灶的精准定位。

[0048] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何本领域技术人员均可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰与改变。因此,本发明的权利保护范围,应如权利要求书所列。



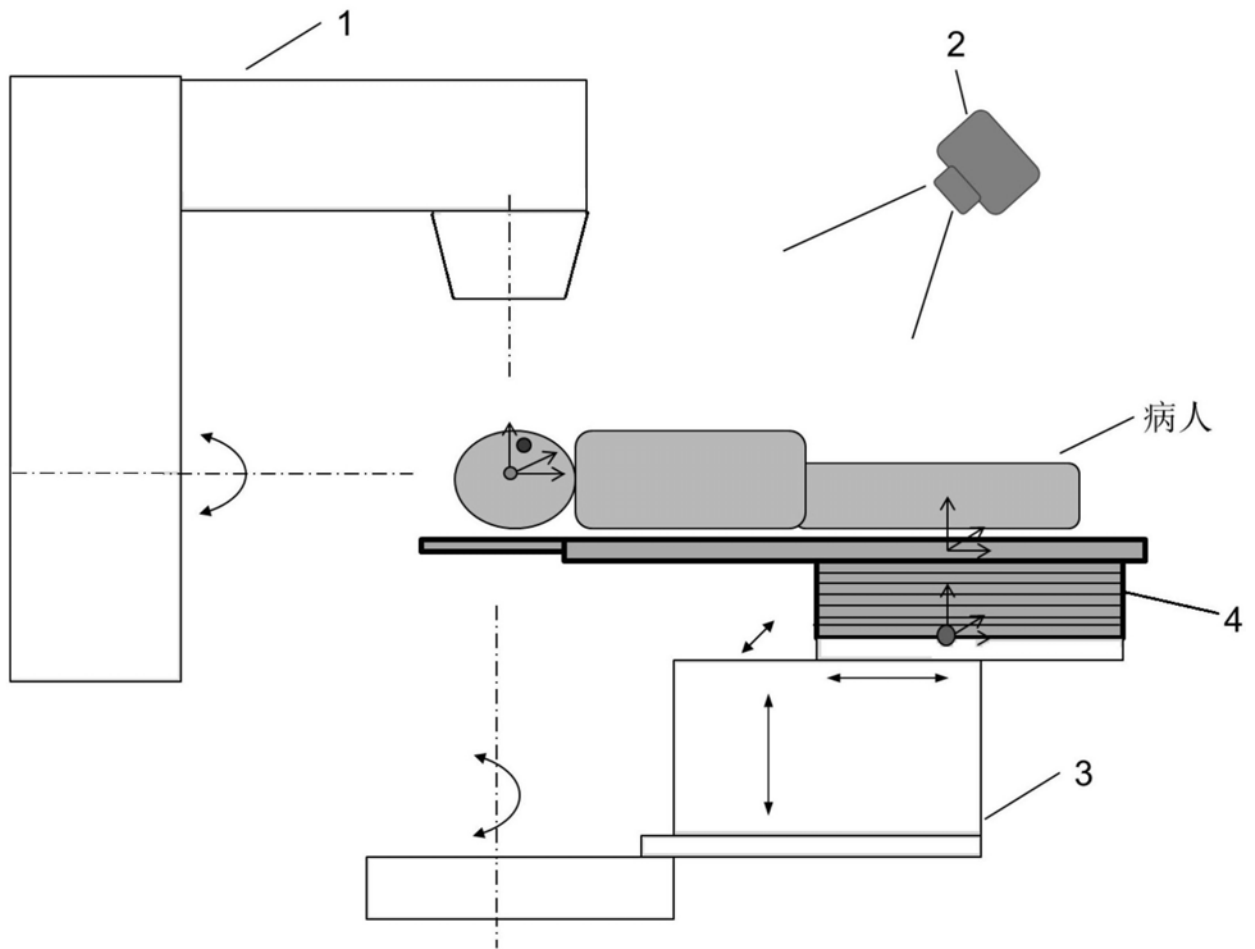


图1

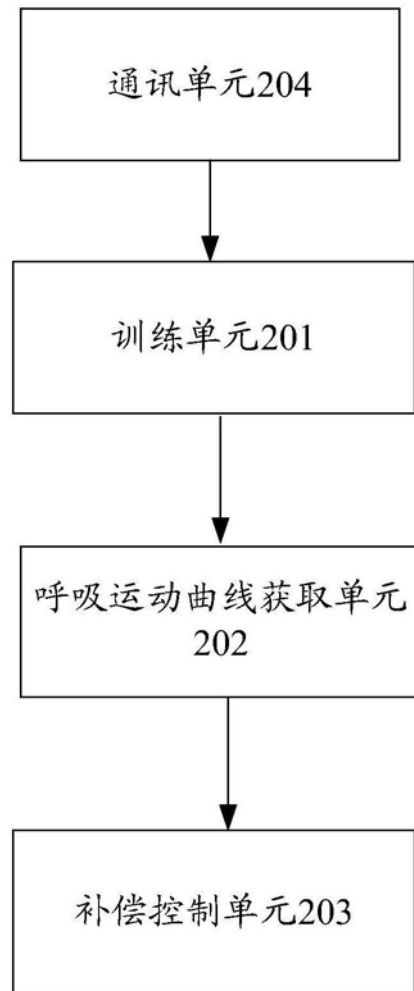


图2

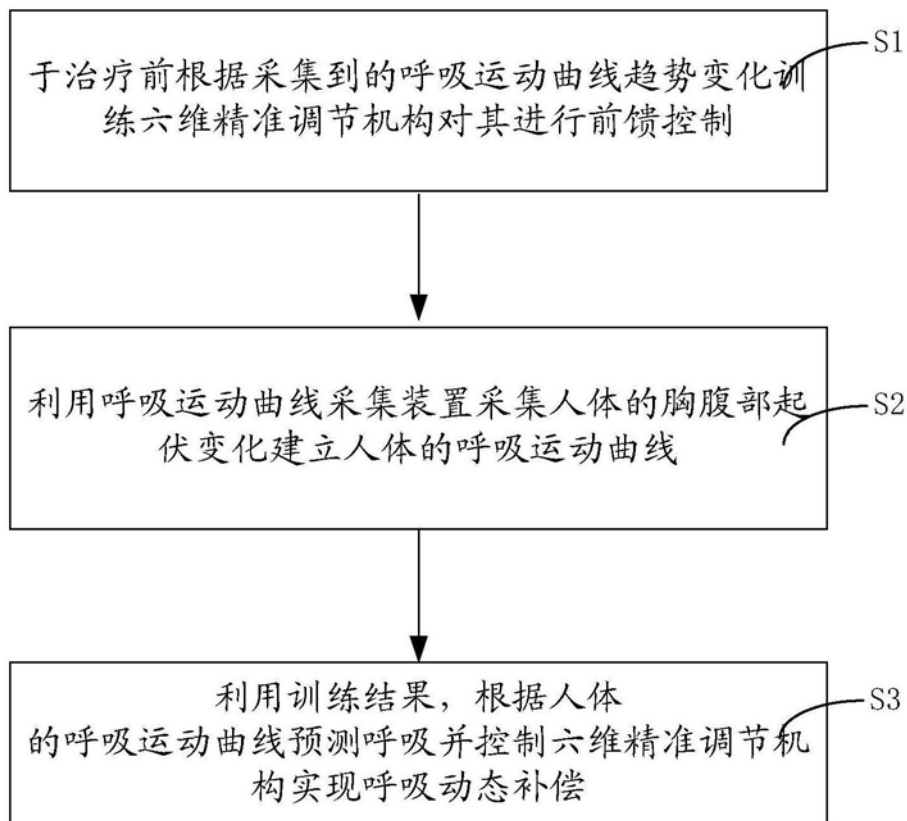


图3