

(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
2022年1月27日 (27.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/017193 A1

- (51) 国际专利分类号:
A61N 5/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/105370
- (22) 国际申请日: 2021年7月9日 (09.07.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010701450.9 2020年7月20日 (20.07.2020) CN
202010701469.3 2020年7月20日 (20.07.2020) CN
- (71) 申请人: 中硼 (厦门) 医疗器械有限公司
(NEUBORON THERAPY SYSTEM LTD.) [CN/CN];
中国福建省厦门市海沧区翁角西路2060号, Fujian 361026 (CN)。
- (72) 发明人: 黄永银 (HUANG, Yong-yin); 中国江苏省南京市江宁区龙眼大道568号12号楼3楼, Jiangsu 211112 (CN)。 陈韦霖 (CHEN, Wei-lin); 中国江苏省南京市江宁区龙眼大道568号12号楼3楼, Jiangsu 211112 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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,

(54) Title: RADIOTHERAPY SYSTEM AND SAFETY INTERLOCK CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 放射治疗系统及其安全联锁控制方法

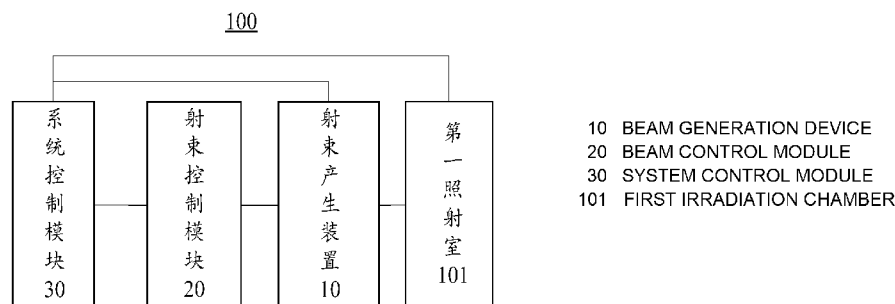


图 1

(57) Abstract: A radiotherapy system and a safety interlock control method therefor, capable of improving the safety of the radiotherapy system. The radiotherapy system comprises a system control module, a beam control module, a beam generation device and an irradiation room. The beam generation device comprises a charged particle beam generation device and a neutron beam generation part. A charged particle beam generated by the charged particle beam generation device interacts with the neutron beam generation part to generate a neutron beam which is used for performing therapy and is irradiated into the irradiation room. The control method comprises: the beam control module determines according to received operation data of the radiotherapy system whether a safety problem exists; and the beam control module controls, or the system control module controls through the beam control module, whether the charged particle beam generation device generates the charged particle beam or whether the charged particle beam generation device interacts with the neutron beam generation part.



WO 2022/017193 A1

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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))。

(57) 摘要：一种放射治疗系统及其安全连锁控制方法，能够提升放射治疗系统的安全性。放射治疗系统包括系统控制模块、射束控制模块、射束产生装置和照射室，射束产生装置包括带电粒子束产生装置和中子束生成部，带电粒子束产生装置产生的带电粒子束与中子束生成部作用以产生治疗用中子束向照射室内照射，该控制方法包括：射束控制模块根据接收到的带电粒子束产生装置的运行数据或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据判断是否存在安全问题，射束控制模块或系统控制模块通过射束控制模块控制带电粒子束产生装置是否产生带电粒子束或是否与中子束生成部作用。

放射治疗系统及其安全联锁控制方法

技术领域

本发明涉及放射治疗技术领域，具体涉及一种放射治疗系统及其安全联锁控制方法。

背景技术

现有的放射治疗设施包括质子治疗设施、碳离子治疗设施、硼中子治疗设施等，多数是利用照射室的屏蔽门或辐射监测组件构建安全联锁机制，即如果进行治疗的照射室屏蔽门未关闭或辐射监测值超限，则治疗用射束产生装置随即自动停机，以确保人员安全。虽然这种设计可以起到一定保护作用，但是仍然存在一些严重的弊端。例如，参与安全联锁的因素比较单一，然而，现实中射束产生装置（如加速器、加速器辅助设备、靶材）的状态等也会对治疗过程造成影响，如果在治疗过程中这些设备或组件发生异常，会直接影响治疗结果，或对人员、设备造成损伤。同时，当治疗进行时发生突发事件，如病人出现异常，需要及时进入照射室处理时，则需要先关停射束产生装置，再开门进入处理，射束产生装置未完全关停前进入照射室，会致使事件处理人员暴露在辐射中；另外，关停射束产生装置需要时间，耽误紧急情况的处理，且强行关停射束产生装置也会对这些治疗设施的使用寿命产生不良的影响。

发明内容

有鉴于此，本发明实施例提供了一种放射治疗系统及其安全联锁控制方法，能够提升放射治疗系统的安全性。

根据本发明实施例的第一方面，提供一种放射治疗系统，包括：照射室；

射束产生装置，射束产生装置包括带电粒子束产生装置和中子束生成部，带电粒子束产生装置产生的带电粒子束与中子束生成部作用以产生治疗用中子束向照射室内照射；射束控制模块，射束控制模块能够控制带电粒子束产生装置产生带电粒子束并接收带电粒子束产生装置的运行数据；系统控制模块，系统控制模块能够通过射束控制模块控制带电粒子束产生装置产生带电粒子束并接收放射治疗系统的运行数据，放射治疗系统的运行数据包括带电粒子束产生装置的运行数据；其中，射束控制模块根据接收到的带电粒子束产生装置的运行数据判断是否存在安全问题或者系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据判断是否存在安全问题。

10 在本发明的一个实施例中，带电粒子束产生装置包括带电粒子束生成部和射束传输部，射束传输部包括射束方向切换组件，带电粒子束生成部产生带电粒子束并通过射束方向切换组件可选择地与中子束生成部作用，带电粒子束产生装置的运行数据包括带电粒子束生成部的运行数据或射束传输部的运行数据，射束传输部的运行数据包括射束方向切换组件的运行数据。进一步地，射束方向切换组件的运行数据可以为射束方向切换组件的状态数据。

15 在本发明的一个实施例中，带电粒子束生成部包括离子源、加速器和加速器辅助设备，带电粒子束生成部的运行数据包括离子源的运行数据或加速器的运行数据或加速器辅助设备的运行数据或所述离子源、加速器和加速器辅助设备的总的故障信号数据。进一步地，离子源可以包括供气设备、电离设备和水冷设备，离子源的运行数据可以为供气气压、电离设备的电流及电压、离子源出口的粒子强度、水冷设备的冷却水温度、水流流量及水压；加速器可以包括预加速设备、前后真空腔室和高能加速设备，预加速设备和高能加速设备包括加速管道、阀门和电磁铁，加速器的运行数据可以为加速管道中的束流强度及绝缘气体压力、电磁铁的电流、前后真空腔室的真空度；
20 加速器辅助设备可以包括提供加速器冷却水的水冷设备、提供压缩空气的空压设备、提供绝缘气体的供气设备和提供真空环境的真空泵，加速器辅助设

备的运行数据可以为空压设备的气压、水冷设备的冷却水温度、水流流量及水压、供气设备的绝缘气体压力。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括容纳带电粒子束生成部的带电粒子束生成室、容纳射束方向切换组件的射束传输室、带电粒子束生成室的屏蔽门和射束传输室的屏蔽门，放射治疗系统的运行数据还包括带电粒子束生成室的屏蔽门的运行数据或射束传输室的屏蔽门的运行数据。进一步地，屏蔽门的运行数据可以为屏蔽门开启或关闭的状态数据或者开启的信号数据。

在本发明的一个实施例中，带电粒子束产生装置包括带电粒子束监测组件，带电粒子束产生装置的运行数据包括带电粒子束监测组件的运行数据。进一步地，带电粒子束监测组件的运行数据可以为带电粒子束监测组件的监测值。

在本发明的一个实施例中，射束产生装置还包括中子束监测组件，放射治疗系统的运行数据还包括中子束监测组件的运行数据或中子束生成部的运行数据。进一步地，中子束监测组件的运行数据可以为中子束监测组件的监测值；中子束生成部可以包括靶材、射束整形体和准直器，中子束生成部的运行数据可以为靶材的使用寿命数据或靶材的温度数据或准直器的型号数据或准直器不一致的信号数据。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括照射室的屏蔽门和设置在照射室中的辐射监测组件，放射治疗系统的运行数据还包括照射室的屏蔽门的运行数据或辐射监测组件的运行数据。进一步地，屏蔽门的运行数据可以为屏蔽门开启或关闭的状态数据或者开启的信号数据，辐射监测组件的运行数据可以为辐射监测组件的监测值。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括病人状态监测组件或活动监测组件，放射治疗系统的运行数据还包括病人状态监测组件的运行数据或活动监测组件的运行数据。进一步地，病人状态监测组件的运行数据可以

为病人状态监测组件的监测值或病人异常的信号数据，活动监测组件的运行数据可以为活动监测组件的监测值或活动异常的信号数据。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括治疗计划模块，所述放射治疗系统的运行数据还包括所述系统控制模块从所述治疗计划模块调取
5 的治疗计划数据。

在本发明的一个实施例中，还可以设置照射室状态的信号，放射治疗系统的运行数据还包括照射室状态的信号数据。

根据本发明实施例的第二方面，提供一种上述放射治疗系统的安全联锁控制方法，所述控制方法包括：在所述射束产生装置生成治疗用中子束向所述照射室内开始照射前，所述射束控制模块根据接收到的所述带电粒子束产生装置的运行数据或所述系统控制模块根据接收到的所述放射治疗系统的运行数据确定即将开始的所述照射室的照射存在安全问题时，所述射束控制模块或所述系统控制模块通过所述射束控制模块禁止所述带电粒子束产生装置产生所述带电粒子束；或者在所述射束产生装置生成治疗用中子束向所述照射室内照射时，所述射束控制模块根据接收到的所述带电粒子束产生装置的运行数据或所述系统控制模块根据接收到的所述放射治疗系统的运行数据确定所述照射室的照射存在安全问题时，所述射束控制模块或所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述带电粒子束产生装置停止产生所述带电粒子束或控制所述带电粒子束产生装置产生的所述带电粒子束停止
10 与所述中子束生成部作用。
15 20

根据本发明实施例的第三方面，提供一种放射治疗系统的安全联锁控制方法，放射治疗系统包括系统控制模块、射束控制模块、射束产生装置和第一照射室，射束产生装置包括射束方向切换组件，射束产生装置用于生成射束并通过射束方向切换组件可选择地向第一照射室发射射束，控制方法包括：
25 当射束产生装置发射射束至第一照射室时，射束控制模块或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据，确定第一照射室的照射存在安全问题；

射束控制模块或者系统控制模块通过射束控制模块控制射束方向切换组件将射束从第一照射室切离。

在本发明的一个实施例中，上述安全联锁控制方法还包括：在射束产生装置发射射束至第一照射室之前，当射束控制模块或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据确定即将开始的第一照射室的照射不存在安全问题时，射束控制模块或系统控制模块通过射束控制模块控制射束产生装置发射射束至第一照射室。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括第二照射室，其中，在射束控制模块或者系统控制模块通过射束控制模块控制射束方向切换组件将射束从第一照射室切离之前，上述安全联锁控制方法还包括：射束控制模块或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据确定第二照射室不存在安全问题，其中，射束控制模块或者系统控制模块通过射束控制模块控制射束方向切换组件将射束从第一照射室切离，包括：射束控制模块或者系统控制模块通过射束控制模块控制射束方向切换组件将射束从第一照射室切换至第二照射室。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括射束收集装置，其中，射束控制模块或者系统控制模块通过射束控制模块控制射束方向切换组件将射束从第一照射室切离，包括：射束控制模块或者系统控制模块通过射束控制模块控制射束方向切换组件将射束从第一照射室切换至射束收集装置。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括第一照射室的屏蔽门、设置在第一照射室中的辐射监测组件、病人状态监测组件和活动监测组件，放射治疗系统的运行数据包括第一照射室的屏蔽门的运行数据或辐射监测组件的运行数据或病人状态监测组件的运行数据或活动监测组件的运行数据，其中，射束控制模块或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据，确定第一照射室的照射存在安全问题，包括：当系统控制模块接收到第一照射室的屏蔽门的开启的状态数据或开启的信号数据时，确定第一照射

室的照射存在安全问题；或者当系统控制模块接收到的辐射监测组件的第一监测值超过第一预设范围时，确定第一照射室的照射存在安全问题；或者当系统控制模块接收到的病人状态监测组件的第二监测值超过第二预设范围或病人异常的信号数据时，确定第一照射室的照射存在安全问题；或者当系
5 统控制模块接收到的活动监测组件的第三监测值超过第三预设范围或活动异常的信号数据时，确定第一照射室的照射存在安全问题。

在本发明的一个实施例中，射束产生装置还包括带电粒子束生成部、第一中子束生成部和射束监测组件，射束方向切换组件可选择地将带电粒子束生成部产生的带电粒子束传输到第一中子束生成部以向第一照射室内照射
10 中子束，带电粒子束生成部包括离子源、加速器和加速器辅助设备，放射治疗系统还包括容纳带电粒子束生成部的带电粒子束生成室、容纳射束方向切换组件的射束传输室、带电粒子束生成室的屏蔽门和射束传输室的屏蔽门，其中，放射治疗系统的运行数据包括离子源的运行数据或加速器的运行数据或加速器辅助设备的运行数据或射束监测组件的运行数据或带电粒子束生
15 成室的屏蔽门的运行数据或射束传输室的屏蔽门的运行数据或第一中子束生成部的运行数据或射束方向切换组件的运行数据，其中，射束控制模块或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据，确定第一照射室的照射存在安全问题，包括：当射束控制模块或系统控制模块根据接收到的离子源的运行数据判断出异常或离子源的运行数据超过第四预设范围时，确定第
20 一照射室的照射存在安全问题；或者当射束控制模块或系统控制模块根据接收到的加速器的运行数据判断出异常或加速器的运行数据超过第五预设范围时，确定第一照射室的照射存在安全问题；或者当射束控制模块或系统控制模块根据接收到的加速器辅助设备的运行数据判断出异常或加速器辅助设备的运行数据超过第六预设范围时，确定第一照射室的照射存在安全问题；
25 或者当射束控制模块或系统控制模块接收到的射束监测组件的第四监测值超过第七预设阈值时，确定第一照射室的照射存在安全问题；或者当系统控

制模块接收到带电粒子束生成室的屏蔽门或射束传输室的屏蔽门的开启的状态数据或开启的信号数据时，确定第一照射室的照射存在安全问题；或者当系统控制模块根据接收到的第一中子束生成部的运行数据判断出异常或所述第一中子束生成部的运行数据超过第八预设范围时，确定第一照射室的照射存在安全问题；或者当射束控制模块或系统控制模块根据接收到的射束方向切换组件的运行数据判断出异常时，确定第一照射室的照射存在安全问题。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括治疗计划模块，其中，放射治疗系统的运行数据包括系统控制模块从治疗计划模块调取的治疗计划数据，其中，上述射束控制模块或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据，确定第一照射室的照射存在安全问题，包括：当系统控制模块根据第一照射室中的病人的照射数据与接收到的治疗计划数据的比对情况判断第一照射室中的病人的治疗计划完成时，确定第一照射室的照射存在安全问题。

根据本发明实施例的第四方面，提供一种放射治疗系统，包括：第一照射室；射束产生装置，射束产生装置包括射束方向切换组件，射束产生装置用于生成射束并通过射束方向切换组件可选择地向第一照射室发射射束；系统控制模块，用于当射束产生装置发射射束至第一照射室时，根据接收到的放射治疗系统的运行数据，确定第一照射室的照射存在安全问题；射束控制模块，用于接收系统控制模块的控制指令，并控制射束产生装置将射束从第一照射室切离；或者当射束产生装置发射射束至第一照射室时，射束控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据，确定第一照射室的照射存在安全问题，并控制射束产生装置将射束从第一照射室切离。

在本发明的一个实施例中，射束产生装置还包括带电粒子束生成部、第一中子束生成部和射束监测组件，射束方向切换组件可选择地将带电粒子束生成部产生的带电粒子束传输到第一中子束生成部以向第一照射室内照射

中子束，带电粒子束生成部包括离子源、加速器和加速器辅助设备，放射治疗系统还包括容纳带电粒子束生成部的带电粒子束生成室、容纳射束方向切换组件的射束传输室、带电粒子束生成室的屏蔽门和射束传输室的屏蔽门，带电粒子束生成室的屏蔽门、射束传输室的屏蔽门和第一中子束生成部分别
5 与系统控制模块连接并进行数据交互以判断第一照射室的照射是否存在安全问题，离子源、加速器、加速器辅助设备、射束监测组件和射束方向切换组件分别与系统控制模块以及射束控制模块连接并进行数据交互以便于射束控制模块或系统控制模块判断第一照射室的照射是否存在安全问题。

在本发明的一个实施例中，放射治疗系统还包括第一照射室的屏蔽门、
10 设置在第一照射室中的辐射监测组件、病人状态监测组件、活动监测组件和治疗计划模块，治疗计划模块用于存储病人的治疗计划，治疗计划模块、第一照射室的屏蔽门、辐射监测组件、所述病人状态监测组件和所述活动监测组件与系统控制模块连接并进行数据交互以便于系统控制模块判断第一照射室的照射是否存在安全问题。

根据本发明实施例提供的技术方案，带电粒子束产生装置是产生治疗用
15 中子束的源头，当出现异常将直接导致作用到病人的射束出现问题，从而直接影响治疗效果或对人员、设备造成损伤，因此作为安全连锁因素极为重要；根据接收到的放射治疗系统的运行数据，确定第一照射室的照射存在安全问题时，控制射束方向切换组件将射束从第一照射室切离，能够在不关停射束
20 产生装置的前提下，迅速将射束从第一照射室切离，使得第一照射室的安全问题得到及时解决，能够在提升放射治疗系统的安全性的同时，提高射束产生装置的使用寿命。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中
25 所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本

发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 所示为本发明一实施例提供的放射治疗系统的框图。

图 2 所示为本发明一实施例提供的放射治疗系统对病人进行治疗的结
5 构示意图。

图 3 所示为本发明一实施例提供的放射治疗系统的安全联锁控制方法的流程图示意图。

图 4 所示为本发明另一实施例提供的放射治疗系统的框图。

图 5 所示为本发明另一实施例提供的放射治疗系统的布局示意图。

10 图 6 所示为本发明另一实施例提供的放射治疗系统的安全联锁控制方法的流程图示意图。

图 7 所示为本发明一实施例提供的放射治疗系统的安全联锁控制系统的框图。

具体实施方式

15 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通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，都属于本发明保护的范围。

图 1 所示为本发明一实施例提供的放射治疗系统的框图。如图 1 所示，
20 该放射治疗系统 100 包括第一照射室 101、射束产生装置 10、射束控制模块 20 和系统控制模块 30。射束产生装置 10 可以生成治疗用射束并向第一照射室 101 发射射束，第一照射室 101 可以与系统控制模块 30 进行数据交互，射束产生装置 10 可以与射束控制模块 20 或系统控制模块 30 进行数据交互，系统控制模块 30 也可以与射束控制模块 20 进行数据交互。系统控制模块 30
25 可以将医师等操作者输入的数据或接收、存储的射束产生装置 10、第一照射

室 101 的数据等传输给射束控制模块 20 以控制射束产生装置 10 向第一照射室 101 发射射束。

如图 2 所示, 在本发明一实施例中, 射束产生装置 10 为中子束产生装置, 包括带电粒子束生成部 11、射束传输部 12 和第一中子束生成部 13。射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 能够控制带电粒子束生成部 11 产生带电粒子束 P 并能够控制射束传输部 12 将带电粒子束生成部 11 产生的带电粒子束 P 传输到第一中子束生成部 13, 射束传输部 12 由传输管构造。第一中子束生成部 13 与第一照射室 101 (该图未示出) 对应, 带电粒子束 P 与第一中子束生成部 13 作用产生治疗用中子束 N 并照射向第一照射室 101 中设置的治疗台 40 上的病人 200, 对病人 200 进行照射治疗, 如对病人 200 体内的肿瘤细胞 M 进行硼中子捕获治疗。应当理解, 产生的中子束还可以用于其他用途, 本发明对此不作具体限定; 射束产生装置 10 还可以为其他放射线产生装置, 则带电粒子束生成部 11 和中子束生成部 13 可以相应替换或取消, 如将带电粒子束生成部 11 产生的带电粒子束 P 直接传输到第一照射室 101 进行带电粒子束 P 的照射, 将带电粒子束 P 用于治疗或其他用途等, 本发明对此不作限定。

射束控制模块 20 或系统控制模块 30 可以接收放射治疗系统 100 的运行数据并据此判断是否存在安全问题, 具体的, 射束控制模块 20 可以接收射束产生装置 10 (带电粒子束生成部 11 或射束传输部 12) 的运行数据, 系统控制模块 30 可以接收射束产生装置 10 或第一照射室 101 的运行数据。如图 3, 本发明一实施例的安全联锁控制方法如下:

S301: 在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前 (如生成治疗用中子束 N 向第一照射室 101 内开始照射前), 射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据判断即将开始的第一照射室 101 的照射是否存在安全问题。

S302: 根据 S301 的判断结果, 确定即将开始的第一照射室 101 的照射

存在安全问题时，则触发安全联锁机制，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止第一照射室 101 开始照射治疗，如禁止带电粒子束生成部 11 产生带电粒子束 P。

5 S303: 根据 S301 的判断结果，确定即将开始的第一照射室 101 的照射不存在安全问题时，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 控制射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101，开始第一照射室 101 的照射治疗，如控制带电粒子束生成部 11 产生带电粒子束 P 并与第一中子束生成部 13 作用生成第一照射室 101 内当前待照射病人 200 所需治疗用中
10 子束 N 向第一照射室 101 内照射。

S304: 在 S303 的射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 时（如生成治疗用中子束 N 开始向第一照射室 101 内照射时），射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据判断第一照射室 101 的照射是否存在安全问题。

15 S305: 根据 S304 的判断结果，确定第一照射室 101 的照射不存在安全问题时，对第一照射室 101 持续进行照射，即控制射束产生装置 10 持续发射射束至第一照射室 101。

S306: 根据 S304 的判断结果，确定第一照射室 101 的照射存在安全问题时，则触发安全联锁机制，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束
20 控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101，结束第一照射室 101 的照射治疗，如控制带电粒子束生成部 11 停止产生带电粒子束 P。

应当理解，也可以仅在照射时或照射前进行安全联锁的控制。

在本发明一实施例中，如图 4 所示，带电粒子束生成部 11 包括离子源
25 111、加速器 112 和加速器辅助设备 113，本发明对此不作具体限定。离子源 111 用于产生带电粒子，如 H⁻、质子、氘核等；应当理解，离子源 111 可以

是溅射离子源、高频离子源、双等离子体离子源、潘宁离子源等，本发明对离子源的类型不作具体限定。一实施例中，离子源 111 包括供气设备、电离设备、水冷设备等，本发明对此不作具体限定。

5 加速器 112 对离子源 111 产生的带电粒子加速以获得所需能量等的带电粒子束 P，如质子束；应当理解，加速器 112 可以是直线加速器、回旋加速器、同步加速器、同步回旋加速器等，本发明对加速器的类型不作具体限定。一实施例中，加速器 112 包括预加速设备、前后真空腔室、高能加速设备等，预加速设备和高能加速设备由加速管道、阀门、电磁铁等构造，本发明对此不作具体限定。

10 加速器辅助设备 113 可以包括用于提供加速器 112 运转的前提条件的任何辅助设备。一实施例中，加速器辅助设备 113 包括提供加速器冷却水的水冷设备、提供压缩空气的空压设备、提供绝缘气体的供气设备、提供真空环境的真空泵等，本发明对此不作具体限定。

离子源 111、加速器 112 和加速器辅助设备 113 可以分别与射束控制模
15 块 20 或系统控制模块 30 连接并进行数据交互以便于射束控制模块 20 或系统控制模块 30 判断第一照射室 101 的照射是否存在安全问题，即放射治疗系统 100 的运行数据包括带电粒子束生成部 11 的运行数据，带电粒子束生成部 11 的运行数据进一步包括离子源 111、加速器 112 和加速器辅助设备 113 的运行数据。例如，可以将离子源 111 的运行数据，如供气气压、电离
20 设备的电流及电压、离子源出口的粒子强度、水冷设备的冷却水温度、水流流量及水压等传输至射束控制模块 20 或系统控制模块 30；还可以将加速器 112 的运行数据，如加速管道中的束流强度及绝缘气体压力、电磁铁的电流、前后真空腔室的真空度等传输至射束控制模块 20 或系统控制模块 30；还可以将加速器辅助设备 113 的运行数据，如空压设备的气压、水冷设备的冷却
25 水温度、水流流量及水压、供气设备的绝缘气体压力等传输至射束控制模块 20 或系统控制模块 30；也可以将离子源 111、加速器 112 和加速器辅助设

备 113 总的故障信号传输至射束控制模块 20；本发明对数据交互的内容不作具体限定。

射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据，确定存在安全问题并进行安全联锁，包括在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前或发射射束至第一照射室 101 时，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的带电粒子束生成部 11 的运行数据判断出异常或运行数据超限，确定存在安全问题，即触发安全联锁机制。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的带电粒子束生成部 11 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，包括：离子源 111 的运行数据，如供气气压超出预设范围，或电离设备的电流或电压超出预设范围，或离子源出口的粒子强度超出预设范围，或水冷设备的冷却水温度或水流流量或水压超出预设范围等；或者加速器 112 的运行数据，如加速管道中的束流强度或绝缘气体压力超出预设范围，或电磁铁的电流超出预设范围，或前后真空腔室的真空度超出预设范围等；或者加速器辅助设备 113 的运行数据，如空压设备的气压超出预设范围，或水冷设备的冷却水温度或水流流量或水压超出预设范围，或供气设备的绝缘气体压力超出预设范围，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止第一照射室 101 开始照射治疗；一实施例中，还可以设置离子源 111、加速器 112 和加速器辅助设备 113 总的故障信号，当射束控制模块 20 接收到离子源 111、加速器 112 和加速器辅助设备 113 总的故障信号显示设备故障，一般为重大故障，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，射束控制模块 20 接收到该故障信号后可以禁止带电粒子束生成部 11 产生带电粒子束 P，禁止第一照射室 101 开始照射治疗。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 时，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的带电粒子束生成部 11 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，包括：离子源 111 的运行数据，如供气气压超出预设范围，或电离设备的电流或电压超出预设范围，或离子源出口的粒子强度超出预设范围，或水冷设备的冷却水温度或水流流量或水压超出预设范围等；或者加速器 112 的运行数据，如加速管道中的束流强度或绝缘气体压力超出预设范围，或电磁铁的电流超出预设范围，或前后真空腔室的真空度超出预设范围等；或者加速器辅助设备 113 的运行数据，如空压设备的气压超出预设范围，或水冷设备的冷却水温度或水流流量或水压超出预设范围，或供气设备的绝缘气体压力超出预设范围，确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，触发安全联锁机制，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101，结束第一照射室 101 的照射治疗；当射束控制模块 20 接收到离子源 111、加速器 112 和加速器辅助设备 113 总的故障信号，一般为重大故障，确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，射束控制模块 20 接收到该故障信号后可以控制带电粒子束生成部 11 停止产生带电粒子束 P，如切断离子源 111 或关停加速器 112，结束第一照射室 101 的照射治疗。

由于带电粒子束生成部是产生治疗用中子束的源头，加速器是产生所需带电粒子束的重要设备，当出现异常将直接导致作用到病人的射束出现问题，从而直接影响治疗效果或对人员、设备造成损伤，因此作为安全联锁因素极为重要。

结合图 5 所示，在本发明的另一个实施例中，放射治疗系统 100 还包括第二照射室 101'，射束产生装置 10 还包括与第二照射室 101' 对应的第二中子束生成部 13'，射束传输部 12 包括射束方向切换组件 121，通过射束方向切换组件 121 射束传输部 12 可选择地将带电粒子束生成部 11 产生的带电粒子束 P 传输到第一中子束生成部 13 或第二中子束生成部 13'，从而向

第一照射室 101 或第二照射室 101' 内发射射束。应当理解, 照射到第二照射室 101' 内的中子束 N, 可以用于第二照射室 101' 内的治疗床 40' 上的另一病人的中子束 N 照射的治疗, 还可以用于样品检测等, 本发明对此不作限定; 射束产生装置 10 为其他放射线产生装置时, 第二中子束生成部 13' 也可以相应替换, 射束传输部 12 通过射束方向切换组件 121 可选择地向第一照射室 101 或第二照射室 101' 内发射射束。

应当理解, 射束产生装置 10 还可以有其他的构造。如当存在第三照射室时, 可以增加第三中子束生成部与第三照射室对应, 中子束生成部的数量与照射室的数量相对应, 本发明实施例对中子束生成部的数量不做具体限定; 设置一个带电粒子束生成部从而传输到各中子束生成部, 可以有效降低系统成本, 可以理解, 射束产生装置也可以包括多个带电粒子束生成部, 从而传输到各中子束生成部, 可以在多个照射室同时产生多个中子束进行照射。

在本发明一实施例中, 射束方向切换组件 121 包括使带电粒子束 P 方向偏转的偏转磁铁 (图未示), 如与第一照射室 101 对应的偏转磁铁接通, 则将射束导入到第一照射室 101, 本发明对此不作具体限定。射束传输部 12 还可以包括用于带电粒子束 P 的射束调整部 (未图示), 射束调整部包括用于调整带电粒子束 P 的轴的水平型转向器及水平垂直型转向器、用于抑制带电粒子束 P 的发散的四极电磁铁、以及用于带电粒子束 P 的整形的四向切割器等。射束传输部 12 还可以根据需要包括带电粒子束扫描部 (未图示), 带电粒子束扫描部扫描带电粒子束 P, 进行带电粒子束 P 相对于中子束生成部 13、13' 的照射控制, 如控制带电粒子束 P 相对于靶材 131 (如下文所述) 的照射位置。

射束传输部 12 可以分别与系统控制模块 30 或射束控制模块 20 连接并进行数据交互以便于射束控制模块 20 或系统控制模块 30 判断第一照射室 101 的照射是否存在安全问题, 即放射治疗系统 100 的运行数据包括射束传输部 12 的运行数据。例如, 可以将传输管的真空度、磁铁的电压、磁铁的

温度、射束方向切换组件 121 的状态（如导通状态）数据等传输至系统控制模块 30 或射束控制模块 20，本发明对数据交互的内容不作具体限定。

射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据，确定存在安全问题并进行安全联锁，包括在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前或发射射束至第一照射室 101 时，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的射束传输部 12 的运行数据判断出异常或运行数据超限，确定存在安全问题，即触发安全联锁机制。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的射束传输部 12 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，如传输管的真空度超出预设范围或磁铁的电压超出预设范围或磁铁的温度超出预设范围或射束方向切换组件 121 的状态数据显示射束方向切换组件 121 未将射束导通至第一照射室 101，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止第一照射室 101 开始照射治疗。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 时，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的射束传输部 12 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，如传输管的真空度超出预设范围或磁铁的电压超出预设范围或磁铁的温度超出预设范围或射束方向切换组件 121 的状态数据显示射束方向切换组件 121 未将射束导通至第一照射室 101，确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101，结束第一照射室 101 的照射治疗。

射束传输部将射束传输到需要进行治疗的照射室，如将带电粒子束传输到需要进行治疗的照射室对应的中子束生成部，从而在该照射室产生治疗用中子束，当射束传输部发生异常，可能导致在其他照射室产生射束或不能在

需要进行治疗的照射室产生正确的射束，产生严重安全事故或影响治疗效果，因此将其作为安全联锁因素也具有重要意义。

在本发明一实施例中，如图 2 所示，第一中子束生成部 13 可以包括靶材 131、射束整形体 132 和准直器 133，本发明对此不作具体限定。例如，
5 加速器 112 产生的带电粒子束 P 经射束传输部 11 照射到靶材 131 并与靶材 131 作用产生中子，产生的中子依次通过射束整形体 132 和准直器 133 形成中子束 N 并照射向第一照射室 101 中设置的治疗台 40 上的病人 200。靶材 131 可以为金属靶材，例如锂靶或铍靶等，与质子线发生 ${}^9\text{Be}(p,n){}^9\text{B}$ 或 ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ 核反应来产生中子，本发明靶材 131 的材料不作具体限定。准直器
10 133 可以有多个，具有不同尺寸、形状等，从而适配不同的待照射病人，一实施例中，在准直器 133 上设置识别机构，系统控制模块 30 可以自动识别并获得准直器 133 的型号数据，或医师等操作者根据识别机构手动输入准直器 133 的型号数据并传输到系统控制模块 30，或医师等操作者根据识别机构判断出不一致并将准直器不一致的信号发送到系统控制模块 30。靶材 131、
15 射束整形体 132 和准直器 133 的具体构造在此不做详细描述。第二中子束生成部 13' 可以具有与第一中子束生成部 13 相同的构造，本发明对此不作具体限定。

第一中子束生成部 13 可以与系统控制模块 30 连接并进行数据交互以便于系统控制模块 30 判断第一照射室 101 的照射是否存在安全问题，即放
20 射治疗系统 100 的运行数据包括第一中子束生成部 13 的运行数据。例如，可以将靶材 131 的使用寿命、靶材 131 的温度、准直器 133 的型号数据或准直器不一致的信号数据等数据传输至系统控制模块 30，本发明对数据交互的内容不作具体限定。

射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的
25 运行数据，确定存在安全问题并进行安全联锁，包括在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前或发射射束至第一照射室 101 时，当系统控制

模块 30 根据接收到的第一中子束生成部 13 的运行数据判断出异常或运行数据超限，确定存在安全问题，即触发安全联锁机制。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前，当系统控制模块 30 根据接收到的第一中子束生成部 13 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，如靶材 131 的使用寿命不足于完成下一次治疗或靶材 131 的温度超出预设范围或准直器 133 的型号数据显示与当前待照射病人不一致或准直器不一致的信号数据，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止第一照射室 101 开始照射治疗。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 时，当系统控制模块 30 根据接收到的第一中子束生成部 13 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，如靶材 131 的使用寿命超出预设范围或靶材 131 的温度超出预设范围，确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101，结束第一照射室 101 的照射治疗。

中子束生成部对于产生治疗用中子束及获得满足治疗需求的射束品质极为关键，将其纳入安全联锁因素，保证了治疗效果。

在本发明的另一个实施例中，如图 4 和图 5 所示，放射治疗系统 100 还包括容纳带电粒子束生成部 11 的带电粒子束生成室 102、至少部分容纳射束传输部 12（如容纳射束方向切换组件 121）的射束传输室 103、带电粒子束生成室 102 的屏蔽门 A（B）和射束传输室 103 的屏蔽门 C，本发明对此不作具体限定。屏蔽门开启或关闭的状态数据能够发送到系统控制模块 30，也可以是操作者根据观察到的情况将屏蔽门开启的信号发送到系统控制模块 30。带电粒子束生成室 102 的屏蔽门 A（B）和射束传输室 103 的屏蔽门 C 分别与系统控制模块 30 连接并进行数据交互以便于系统控制模块 30 判断

第一照射室 101 的照射是否存在安全问题,即放射治疗系统 100 的运行数据包括带电粒子束生成室 102 的屏蔽门 A (B) 和射束传输室 103 的屏蔽门 C 的运行数据。例如,可以将带电粒子束生成室 102 的屏蔽门 A (B) 或射束传输室 103 的屏蔽门 C 的开启或关闭的状态数据或开启的信号数据等传输至系统控制模块 30,本发明对数据交互的内容不作具体限定。带电粒子束生成室 102 通常设置在两层楼的空间,在两个楼层分别设置带电粒子束生成室屏蔽门 A 和带电粒子束生成室屏蔽门 B,可以理解,也可以有其他的设置。

射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据,确定第一照射室 101 的照射存在安全问题并进行安全联锁,包括:

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前,当系统控制模块 30 根据接收到的带电粒子束生成室 102 的屏蔽门 A (B) 或射束传输室 103 的屏蔽门 C 的运行数据判断出异常时,如屏蔽门 A、屏蔽门 B 或屏蔽门 C 的开启的状态数据或开启的信号数据,确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题,即触发安全联锁机制,系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101,禁止第一照射室 101 开始照射治疗;

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 时,当系统控制模块 30 根据接收到的带电粒子束生成室 102 的屏蔽门 A (B) 或射束传输室 103 的屏蔽门 C 的运行数据判断出异常时,如屏蔽门 A、屏蔽门 B 或屏蔽门 C 的开启的状态数据或开启的信号数据,确定第一照射室 101 的照射存在安全问题,即触发安全联锁机制,系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101,结束第一照射室 101 的照射治疗。

射束产生装置运行时会产生高能放射线,带电粒子束生成室、射束传输室的屏蔽门在照射治疗时关闭保证了人员的安全,避免辐射污染,有必要将其纳入安全联锁的因素。

在一实施例中，射束产生装置 10 还包括射束监测组件 14，射束监测组件 14 可以包括带电粒子束监测组件或中子束监测组件，本发明对此不作具体限定。如图 4 所示，该实施例中，射束监测组件 14 为带电粒子束监测组件，设置在射束传输室 103 内，如射束传输部 12 的传输管内壁上，通过测定带电粒子束 P 的电流等来监测射束强度，应当理解，带电粒子束强度监测组件 14 还可以设置在带电粒子束生成室 102，如离子源 111 或加速器 112 的相应设备内；还可以监测带电粒子束 P 的电压、能量等。中子束监测组件可以设置在第一中子束生成部 13，如通过测定靶材 131 处产生的辐射线来监测中子束强度，还可以设置在中子束出口处或射束整形体内。本发明对射束监测组件 14 的个数及设置位置不做具体限定。

射束监测组件 14 可以与射束控制模块 20 或系统控制模块 30 连接并进行数据交互以便于射束控制模块 20 或系统控制模块 30 判断第一照射室 101 的照射是否存在安全问题，即放射治疗系统 100 的运行数据包括射束监测组件 14 的运行数据，射束监测组件 14 的运行数据进一步包括带电粒子束监测组件的运行数据和中子束监测组件的运行数据。例如，可以将带电粒子束监测组件的运行数据，如带电粒子束 P 电流等传输至射束控制模块 20 或系统控制模块 30，或者将中子束监测组件的运行数据，如中子束强度或中子生成部的其他辐射线检测数据等传输至系统控制模块 30，本发明对数据交互的内容不作具体限定。

射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据，确定存在安全问题并进行安全联锁，包括在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前或发射射束至第一照射室 101 时，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的射束监测组件 14 的运行数据判断出异常或运行数据超限，确定存在安全问题，即触发安全联锁机制。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的射束监测组件 14 的运行数据判断出异

常或运行数据超限时，包括带电粒子束监测组件的运行数据，如带电粒子束 P 的电流超过预设范围，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止
5 第一照射室 101 开始照射治疗；或者当系统控制模块 30 根据接收到的射束监测组件 14 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，包括中子束监测组件的运行数据，如中子束强度超过预设范围，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止
10 第一照射室 101 开始照射治疗。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 时，当射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的射束监测组件 14 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，包括中子束监测组件的监测值，如带电粒子束电流超过预设范围，确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，
15 射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101，结束第一照射室 101 的照射治疗；或者当系统控制模块 30 根据接收到的射束监测组件 14 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，包括中子束监测组件的监测值，如中子束强度超过预设范围，确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止
20 发射射束至第一照射室 101，结束第一照射室 101 的照射治疗。

通过射束监测组件的监测值可以直接判断射束是否满足要求或设备是否正常运行，有必要将其纳入安全联锁的因素。

在本发明的另一个实施例中，放射治疗系统 100 还包括第一照射室 101
25 的屏蔽门 E1、设置在第一照射室 101 中的辐射监测组件 50，辐射监测组件 50 用于监测第一照射室 101 内的各种辐射线（如中子和 γ 射线）的剂量，一

实施例中，通过检测被照射部位经中子束 N 照射后发出的瞬发 γ 射线，来计算硼浓度和肿瘤剂量。应当理解，第一照射室 101 的屏蔽门 E1 可以为一个或多个，如包括主屏蔽门和次屏蔽门；第一照射室 101 中的辐射监测组件 50 可以为一个或多个，本发明对屏蔽门 E1、辐射监测组件 50 的数量不作具体限定。放射治疗系统 100 还包括病人状态监测组件 60 和活动监测组件 70。病人状态监测组件 60 可以监测病人的位置是否偏移、病人的身体是否有不适、病人体内的硼药摄入情况等，可以理解，也可以是病人根据自己的状态或操作者根据观察到的情况触发病人状态监测组件 60 上病人异常的信号或将病人异常的信号发送到系统控制模块 30。活动监测组件 70 可以通过影像识别、热传感器、红外传感器、超声波传感器、压力传感器或辐射传感器等监测是否有人员等留在照射室内等辐射管制区域或物体的异常活动，可以采用两个以上或不同类型的感测组件确保可靠性和安全性；也可以是操作者根据观察到的情况触发活动监测组件 70 上活动异常的信号或将活动异常的信号发送到系统控制模块 30。如图 4 所示，该实施例中，病人状态监测组件 60 和活动监测组件 70 设置在第一照射室 101 内，本发明对此不做具体限定。应当理解，第二照射室可以具有与第一照射室相同的设置。

第一照射室 101 的屏蔽门 E1、辐射监测组件 50、病人状态监测组件 60 和活动监测组件 70 可以分别与系统控制模块 30 连接并进行数据交互以便于系统控制模块 30 判断第一照射室 101 的照射是否存在安全问题，即放射治疗系统 100 的运行数据包括第一照射室 101 的屏蔽门 E1 的运行数据、辐射监测组件 50 的运行数据、病人状态监测组件 60 的运行数据和活动监测组件 70 的运行数据。例如，可以将第一照射室 101 的屏蔽门 E1 的开启或关闭的状态数据或开启的信号数据、辐射监测组件 50 的监测值、病人状态监测组件 60 的监测值或病人异常的信号、活动监测组件 70 的监测值或活动异常的信号等数据传输至系统控制模块 30，本发明对数据交互的内容不作具体限定。

射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据，确定存在安全问题并进行安全联锁，包括在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前或发射射束至第一照射室 101 时，当系统控制模块 30 根据接收到的第一照射室 101 的屏蔽门 E1 的运行数据、辐射监测组件 50 的运行数据、病人状态监测组件 60 的运行数据或活动监测组件 70 的运行数据判断出异常或运行数据超限，确定存在安全问题，即触发安全联锁机制。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前，当系统控制模块 30 根据接收到的第一照射室 101 的屏蔽门 E1 的运行数据、辐射监测组件 50 的运行数据、病人状态监测组件 60 的运行数据或活动监测组件 70 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，如第一照射室 101 的屏蔽门 E1 的开启的状态数据或开启的信号数据或辐射监测组件 50 的监测值超过预设范围或病人状态监测组件 60 的监测值超过预设范围或病人状态监测组件 60 的病人异常的信号或活动监测组件 70 的监测值超过预设范围或活动监测组件 70 的活动异常的信号，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止第一照射室 101 开始照射治疗。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 时，当系统控制模块 30 根据接收到的第一照射室 101 的屏蔽门 E1 的运行数据、辐射监测组件 50 的运行数据、病人状态监测组件 60 的运行数据或活动监测组件 70 的运行数据判断出异常或运行数据超限时，如第一照射室 101 的屏蔽门 E1 的开启的状态数据或开启的信号数据或辐射监测组件 50 的监测值超过预设范围或病人状态监测组件 60 的监测值超过预设范围或病人状态监测组件 60 的病人异常的信号数据或活动监测组件 70 的监测值超过预设范围或活动监测组件 70 的活动异常的信号数据，确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发

安全联锁机制，系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101，结束第一照射室 101 的照射治疗。

照射室的屏蔽门在照射治疗时关闭保证了人员的安全，避免辐射污染，设置在照射室中的辐射监测组件的监测值可以判断射束是否满足要求或用于计算病人接收的辐射剂量，病人状态监测组件可以确保病人治疗时的状态良好或没有较大的位移以保证治疗效果，活动监测组件可以确保没有人员意外暴露在辐射中或物体异常活动以保障人员安全和设备正常，有必要将其纳入安全联锁的因素。

在本发明的另一个实施例中，放射治疗系统 100 还包括治疗计划模块 80，治疗计划模块 80 用于存储病人的治疗计划。治疗计划模块 80 可以与系统控制模块 30 连接并进行数据交互以便于系统控制模块 30 判断第一照射室 101 的照射是否存在安全问题，即放射治疗系统 100 的运行数据包括系统控制模块 30 从治疗计划模块 80 调取的治疗计划数据。本发明对数据交互的内容不作具体限定。

射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据，确定存在安全问题并进行安全联锁，包括在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前或发射射束至第一照射室 101 时，当系统控制模块 30 根据接收到的治疗计划数据判断出异常或治疗计划完成，确定存在安全问题，即触发安全联锁机制。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前，当系统控制模块 30 未从治疗计划模块 80 中获取到合规的治疗计划(与当前待治疗病人一致)时，如系统控制模块 30 根据接收到的治疗计划数据自动判断出治疗计划有误，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，系统控制模块 30 可以通过射束控制模块 20 控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止第一照射室 101 开始照射治疗。可以理解，还可以由医师等操作者人为进行判断（如编号、病人信息等是否一致）

并将手动确认不一致的信号发送到系统控制模块 30，系统控制模块 30 根据接收到的信号数据确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制。

在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 时，当系统控制模块 30 根据第一照射室 101 中病人的照射数据与接收到的治疗计划数据的比对情况判断第一照射室 101 中的病人的治疗计划完成时（如达到接收到的治疗计划中的治疗时长或治疗剂量），确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101，结束第一照射室 101 的照射治疗。

病人在治疗时接收的放射线的剂量、时长等都是由治疗计划数据确定的，如果治疗计划有误，将直接影响治疗效果或对病人造成危害，将其纳入安全联锁因素进一步保证了放射治疗的有效运行。

在本发明的另一个实施例中，还可以设置照射室状态（如包括照射中、待照射、准备中、未使用等）的信号，该信号可以由医师等操作人员根据照射室情况手动确认，也可以由系统控制模块 30 根据接收到的数据自动判断给出。即放射治疗系统的运行数据还包括照射室状态的信号数据，射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据，确定存在安全问题并进行安全联锁，包括在射束产生装置 10 发射射束至第一照射室 101 之前，当系统控制模块 30 根据接收到的第一照射室 101 状态的信号数据判断第一照射室 101 不是处于待照射状态时，如第一照射室 101 状态为准备中或未使用的信号，确定即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题，即触发安全联锁机制，系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 可以控制射束产生装置 10 禁止发射射束至第一照射室 101，禁止第一照射室 101 开始照射治疗。

在本发明的另一个实施例中，放射治疗系统还包括射束收集装置 90，射

束收集装置 90 可以是埋在墙体内的容器，在不需要射束时收集射束，射束方向切换组件 121 将带电粒子束生成部 11 产生的带电粒子束 P 传输到射束收集装置 90。射束控制模块 20 或系统控制模块 30 通过射束控制模块 20 控制射束产生装置 10 停止发射射束至第一照射室 101 的方式可以是控制带电

5 粒子束生成部 11 停止产生带电粒子束 P；还可以是控制带电粒子束生成部 11 产生的带电粒子束 P 停止与第一中子束生成部 13 作用，即控制射束产生装置 10 通过射束方向切换组件 121 将射束从第一照射室 101 切离，如控制带电粒子束生成部 11 产生的带电粒子束 P 通过射束方向切换组件 121 与第二中子束生成部 13' 作用，产生照射向第二照射室 101' 内的中子束 N，将射

10 束从第一照射室 101 切换至第二照射室 101'；或控制带电粒子束生成部 11 产生的带电粒子束 P 通过射束方向切换组件 121 与第一、第二中子束生成部 13、13' 均不作用，带电粒子束 P 直接传输到射束收集装置 90，从而将射束从第一照射室 101 切换至射束收集装置 90。上述方式的选择可以是射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据

15 自动判断的，也可以是根据安全联锁机制触发后的提示操作者手动输入的。在一实施例中，当触发安全联锁的因素为非射束产生装置 10 相关的，如照射室的屏蔽门的开启或病人异常，可以选择将射束从第一照射室 101 切离；当触发安全联锁的因素为射束产生装置 10 相关的，如加速器故障，可以选择控制带电粒子束生成部 11 停止产生带电粒子束 P；可以理解，还可以有

20 其他的设置方式，本发明对此不做限定。

在一实施例中，将射束从第一照射室 101 切换至第二照射室 101' 之前，上述安全联锁控制方法还包括：射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据判断第二照射室 101' 是否存在安全问题（是否处于未使用状态及第二照射室 101' 的屏蔽门是否关闭）。当确定

25 第二照射室 101' 处于未使用状态且第二照射室 101' 的屏蔽门关闭时，将射束从第一照射室 101 切换至第二照射室 101'；当确定第二照射室 101' 非处于

未使用状态且第二照射室 101' 的屏蔽门未关闭时, 不执行将射束从第一照射室 101 切换至第二照射室 101' 的动作并进行提示。具体地, 可以断开与第一照射室 101 对应的射束方向切换组件 121 的部分, 连通与第二照射室 101' 对应的射束方向切换组件 11 的部分, 从而实现将射束从第一照射室 101 切换至第二照射室 101'。

根据本发明实施例提供的技术方案, 射束控制模块 20 或系统控制模块 30 根据接收到的放射治疗系统 100 的运行数据, 确定第一照射室 101 的照射存在安全问题时, 控制射束产生装置 10 将射束从第一照射室 101 切离, 能够在不关停射束产生装置的前提下, 迅速将射束从第一照射室 101 切离, 使得第一照射室 101 的安全问题得到及时解决, 能够在提升放射治疗系统 100 的安全性的同时, 提高射束产生装置 10 的使用寿命。另外, 第一照射室 101 和第二照射室 101' 共享一个射束产生装置 10, 提高了射束产生装置 10 的利用率, 满足了多个照射室同时配合进行安全连锁保护的需求。上述所有可选技术方案, 可以采用任意结合形成本发明的可选实施例, 在此不再一一赘述。

在本发明一实施例中, 以屏蔽门和射束方向切换组件 121 相互配合, 共同构成安全连锁因素为例, 简述安全连锁机制的原理。其中, 屏蔽门包括带电粒子束生成室 102 的屏蔽门 (如屏蔽门 A 和屏蔽门 B)、射束传输室 103 的屏蔽门 C 和照射室的屏蔽门 (第一照射室的屏蔽门 E1 和第二照射室的屏蔽门 E2)。射束方向切换组件 121 包括偏转磁铁 D1 和偏转磁铁 D2, 分别用于将照射射束导入第一照射室 101 和第二照射室 101'。其中, 偏转磁铁 D1 和偏转磁铁 D2 的接通互斥, 例如: 偏转磁铁 D1 接通时, 偏转磁铁 D2 断开; 偏转磁铁 D2 接通时, 偏转磁铁 D1 断开。

照射室的照射治疗的开启: 带电粒子束生成室 102 的屏蔽门 A、屏蔽门 B 和射束传输室 103 的屏蔽门 C 必须都处于关闭状态; 另外, 需要至少有一个偏转磁铁接通且对应的照射室的屏蔽门关闭, 例如, 偏转磁铁 D1 接通且

第一照射室的屏蔽门 E1 关闭；或者偏转磁铁 D2 接通且第二照射室的屏蔽门 E2 关闭。

简单的说，当屏蔽门 A、屏蔽门 B 和屏蔽门 C 都处于关闭状态，偏转磁铁 D1 接通且其对应的第一照射室 101 的屏蔽门 E1 处于关闭状态时，带电粒子束生成部 11 达到出束条件；或者当屏蔽门 A、屏蔽门 B 和屏蔽门 C 都处于关闭状态，偏转磁铁 D2 接通且其对应的第二照射室 101' 的屏蔽门 E2 处于关闭状态时，带电粒子束生成部 11 达到出束条件。即系统控制模块接收到对第一或第二照射室开始照射的指令且进行上述安全联锁判断确定该照射室的照射不存在安全问题后，系统控制模块控制带电粒子束生成部 11 产生带电粒子束 P（离子源 111、加速器 112 和加速器辅助设备 113 运转到出束状态），带电粒子束 P 与相应中子束生成部作用生成中子束照射到该照射室，则该照射室的照射治疗开启。

照射室的照射治疗的关闭：在第一照射室 101 的照射治疗执行过程中，如至少一个屏蔽门（例如屏蔽门 A、B、C、E1 中的至少一个）被打开或偏转磁铁 D1 状态异常（如由接通状态意外转换为断开状态），则确定第一照射室 101 的照射存在安全问题，只要断开偏转磁铁 D1 或使带电粒子束生成部 11 停止产生带电粒子束 P（如关停加速器 112 或切断离子源 111），即可将射束从第一照射室 101 切离，结束第一照射室 101 的照射治疗。采用断开偏转磁铁 D1 将射束从第一照射室 101 切离时，如确定第二照射室 101' 处于未占用状态且屏蔽门关闭，可以接通偏转磁铁 D2，则射束从第一照射室 101 切换到第二照射室 101'；还可以保持偏转磁铁 D1、D2 均不接通，则射束从第一照射室切换到射束收集装置 90。

在第二照射室 101' 的照射治疗执行过程中，如至少一个屏蔽门（例如屏蔽门 A、B、C、E2 中的至少一个）被打开或偏转磁铁 D2 状态异常（如由接通状态意外转换为断开状态），则确定第二照射室 101' 存在安全问题，只要断开偏转磁铁 D2 或使带电粒子束生成部 11 停止产生带电粒子束 P（如关停

加速器 112 或切断离子源 111)，即可将射束从第二照射室 101' 切离，结束第二照射室 101' 的照射治疗。采用断开偏转磁铁 D2 将射束从第二照射室 101' 切离时，如确定第一照射室 101 处于未占用状态且屏蔽门关闭，可以接通偏转磁铁 D1，则射束从第二照射室 101' 切换到第一照射室 101；还可以保持偏转磁铁 D1、D2 均不接通，则射束从第二照射室 101' 切换到射束收集装置 90。

为了简化明了的阐述安全联锁机制的原理，上文仅以屏蔽门和偏转磁铁作为安全联锁因素为例，应当理解，除了屏蔽门和偏转磁铁之外，还可以加入本文提到的其它因素（例如离子源、加速器、加速器辅助设备、中子束生成部、射束监测组件、辐射监测组件、治疗计划模块等）共同搭配，共同构成安全联锁机制，本发明对此不作限定。通过将多种设备和组件纳入安全联锁因素中，有效提升了放射治疗系统的安全性，加强了放射治疗系统的有效利用。

图 6 所示为本发明另一实施例提供的放射治疗系统的安全联锁控制方法的流程示意图，以第一照射室的中子照射治疗为例。该安全联锁控制方法可以由放射治疗系统中的安全联锁控制系统 700 执行。安全联锁控制系统 700 中可以包括控制软件及执行控制程序的载体，也可以包括用户输入接口及反馈显示界面，还可以包括处理器模块、数据采集模块、射束产生装置或照射室等的设备连接端口等，本发明实施例对此不作具体限定。如图 6 所述，该安全联锁控制方法包括：

S601：接收用户的登录信息。

S602：在步骤 S601 接收到用户的登录信息后，判断用户是否登录成功。

当用户未登录成功时，返回步骤 S601；当用户登录成功时，执行步骤 S603。

S603：接收治疗参数。

在接收治疗参数前后，用户还可以对治疗设备或病人状态进行核实。治

疗参数可以是用户手动输入的，也可以是从治疗计划模块中获取的治疗计划数据中的治疗参数，本发明对此不作限定。

S604：在步骤 S603 接收到治疗参数后，接收用户输入的开始第一照射室 101 的照射治疗指令。

5 S605：在步骤 S604 接收到用户输入的开始第一照射室 101 的照射治疗指令后，获得射束产生装置 10 的控制权。

S606：在步骤 S605 后，根据安全联锁机制判断是否可以对第一照射室 101 开始照射治疗。

具体地，判断即将开始的第一照射室 101 的照射是否存在安全问题。当
10 即将开始的第一照射室 101 的照射存在安全问题时，执行步骤 S607；当即将开始的第一照射室 101 的照射不存在安全问题，可以开始治疗时，执行步骤 S608。

S607：不执行开始治疗指令，并弹出触发安全联锁机制的提示。

例如，提示可以为运行数据超限、设备故障、偏转磁铁未接通、屏蔽门
15 未关闭、靶材寿命不足、准直器不一致、病人异常、治疗计划有误等，本发明对此不作限定。用户根据提示解决安全问题，如果问题解决，如关闭相应屏蔽门等，用户手动选择确定问题解决，则返回步骤 S606，再次进行开始照射前的安全联锁判断；如果问题暂时不能解决，如设备严重故障，用户手动选择确定问题未解决，则执行步骤 S612，结束对病人的照射治疗并释放射束
20 产生装置 10 的控制权。

S608：控制射束产生装置 10 生成治疗用射束，对第一照射室 101 的病人 200 开始照射治疗。

具体地，控制带电粒子束生成部 11 产生带电粒子束 P 并控制射束传输部 12 将带电粒子束生成部 11 产生的带电粒子束 P 传输到第一中子束生成部 13，带电粒子束 P 与第一中子束生成部 13 作用产生治疗用中子束 N 并照
25 射向第一照射室 101 中设置的治疗台 40 上的病人 200，对病人 200 进行照

射治疗。

S609: 在步骤 S608 对第一照射室 101 的病人开始照射治疗后, 根据安全联锁机制实时判断是否可以对第一照射室 101 持续进行照射治疗。

也就是说, 实时判断第一照射室 101 的照射是否存在安全问题, 当第一照射室 101 的照射不存在安全问题时, 执行步骤 S610; 当第一照射室 101 的照射存在安全问题时, 执行步骤 S611。

S610: 对第一照射室 101 的病人 200 持续进行照射治疗, 并返回 S609 持续进行判断。

S611: 停止对第一照射室 101 的病人 200 的照射治疗, 弹出触发安全联锁机制的提示。

例如, 提示可以为运行数据超限、设备故障、偏转磁铁未接通、屏蔽门开启、病人异常或治疗计划完成等, 本发明对此不作限定。用户根据提示解决安全问题, 如果问题解决, 如关闭相应屏蔽门等, 用户手动选择确定问题解决, 则返回步骤 S608, 再次开始对第一照射室 101 的病人 200 的照射治疗; 如果问题暂时不能解决, 如设备严重故障, 用户手动选择确定问题未解决, 则执行步骤 S612, 结束对第一照射室 101 的病人 200 的照射治疗并释放射束产生装置 10 的控制权; 或者提示治疗计划完成, 用户手动选择确定照射完成, 执行步骤 S612, 结束对第一照射室 101 的病人 200 的照射治疗并释放射束产生装置 10 的控制权。

S612: 结束对第一照射室 101 的病人 200 的照射治疗并释放射束产生装置 10 的控制权。

S613: 在步骤 S612 结束照射治疗后, 接收用户的登出信息。

可以理解, 上述步骤中, 在安全联锁判断存在安全问题后, 根据触发安全联锁的因素, 也可以先弹出触发安全联锁机制的提示, 用户根据提示决定是否开始或持续进行照射治疗, 如一些运行数据超出预设范围幅度不大, 医师等根据经验判断仍在安全范围内, 可以开始或持续进行照射治疗。

根据本发明实施例提供的技术方案，通过依据多个安全连锁因素构成的安全连锁机制，在开始照射治疗前以及照射治疗中监测是否存在安全问题，提升了放射治疗系统的安全性。

上述所有可选技术方案，可以采用任意结合形成本发明的可选实施例，
5 在此不再一一赘述。

上述装置中各个模块的功能和作用的实现过程具体详见上述方法中对应步骤的实现过程，在此不再赘述。

图 7 所示为本发明一实施例提供的放射治疗系统的安全连锁控制系统
700 的框图。

10 参照图 7，安全连锁控制系统 700 包括处理组件 710，其进一步包括一个或多个处理器，以及由存储器 720 所代表的存储器资源，用于存储可由处理组件 710 的执行的指令，例如应用程序。存储器 720 中存储的应用程序可以包括一个或一个以上的每一个对应于一组指令的模块。此外，处理组件 710 被配置为执行指令，以执行上述放射治疗系统的安全连锁控制方法。

15 安全连锁控制系统 700 还可以包括一个电源组件被配置为执行安全连锁控制系统 700 的电源管理，一个有线或无线网络接口被配置为将安全连锁控制系统 700 连接到网络，和一个输入输出 (I/O) 接口。安全连锁控制系统 700 可以操作基于存储在存储器 720 的操作系统，例如 Windows Server™，Mac OS X™，Unix™，Linux™，FreeBSD™ 或类似。

20 一种非临时性计算机可读存储介质，当存储介质中的指令由上述安全连锁控制系统 700 的处理器执行时，使得上述安全连锁控制系统 700 能够执行上述任一所述的放射治疗系统的安全连锁控制方法。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方
25

法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

5 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，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，仅仅为一种逻辑功能划分，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，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

10 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
15 者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本发明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。

20 所述功能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时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案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中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机、服务器、或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前
25 述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可

以存储程序校验码的介质。

另外，还需要说明的是，本案中各技术特征的组合方式并不限本案权利要求中所记载的组合方式或是具体实施例所记载的组合方式，本案所记载的所有技术特征可以以任何方式进行自由组合或结合，除非相互之间产生矛盾。

5 需要注意的是，以上列举的仅为本发明的具体实施例，显然本发明不限于以上实施例，随之有着许多的类似变化。本领域的技术人员如果从本发明公开的内容直接导出或联想到的所有变形，均应属于本发明的保护范围。

应当理解，本发明实施例中提到的第一、第二等限定词，仅仅为了更清楚地描述本发明实施例的技术方案使用，并不能用以限制本发明的保护范围。

10 以上仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1、一种放射治疗系统，其特征在于，包括：

第一照射室；

射束产生装置，所述射束产生装置包括带电粒子束产生装置和第一中子束生成部，所述带电粒子束产生装置产生的带电粒子束与所述第一中子束生成部作用以产生治疗用中子束向所述第一照射室内照射；

射束控制模块，所述射束控制模块能够控制所述带电粒子束产生装置产生所述带电粒子束并接收所述带电粒子束产生装置的运行数据；

系统控制模块，所述系统控制模块能够通过所述射束控制模块控制所述带电粒子束产生装置产生所述带电粒子束并接收所述放射治疗系统的运行数据，所述放射治疗系统的运行数据包括所述带电粒子束产生装置的运行数据；

其中，所述射束控制模块根据接收到的所述带电粒子束产生装置的运行数据判断是否存在安全问题或者所述系统控制模块根据接收到的所述放射治疗系统的运行数据判断是否存在安全问题。

2、根据权利要求 1 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述带电粒子束产生装置包括带电粒子束生成部和射束传输部，所述射束传输部包括射束方向切换组件，所述带电粒子束生成部产生所述带电粒子束并通过所述射束方向切换组件可选择地与所述第一中子束生成部作用以产生治疗用中子束向所述第一照射室内照射。

3、根据权利要求 2 所述的放射治疗系统，其特征在于，当所述射束产生装置向所述第一照射室内照射所述中子束且所述射束控制模块或系统控制模块确定所述第一照射室的照射存在安全问题时，所述射束控制模块或者所述系统控制模块通过所述射束控制模块能够控制所述射束方向切换组件将所述中子束从所述第一照射室切离。

4、根据权利要求 2 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述带电粒子束产生装置的运行数据包括所述带电粒子束生成部的运行数据或所述射束传输部的运行数据，所述射束传输部的运行数据包括所述射束方向切换组件的运行数据。

5 5、根据权利要求 2 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述带电粒子束生成部包括离子源、加速器和加速器辅助设备，所述带电粒子束生成部的运行数据包括所述离子源的运行数据或所述加速器的运行数据或所述加速器辅助设备的运行数据或所述离子源、加速器和加速器辅助设备的总的故障信号数据。

10 6、根据权利要求 2 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述放射治疗系统还包括容纳所述带电粒子束生成部的带电粒子束生成室、容纳所述射束方向切换组件的射束传输室、所述带电粒子束生成室的屏蔽门和所述射束传输室的屏蔽门，所述放射治疗系统的运行数据还包括所述带电粒子束生成室的屏蔽门的运行数据或所述射束传输室的屏蔽门的运行数据。

15 7、根据权利要求 1 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述带电粒子束产生装置包括带电粒子束监测组件，所述带电粒子束产生装置的运行数据包括所述带电粒子束监测组件的运行数据。

20 8、根据权利要求 1 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述射束产生装置还包括中子束监测组件，所述放射治疗系统的运行数据还包括所述中子束监测组件的运行数据或所述第一中子束生成部的运行数据。

9、根据权利要求 1 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述放射治疗系统还包括所述第一照射室的屏蔽门和设置在所述第一照射室中的辐射监测组件，所述放射治疗系统的运行数据还包括所述第一照射室的屏蔽门的运行数据或所述辐射监测组件的运行数据。

25 10、根据权利要求 1 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述放射治疗系统还包括病人状态监测组件或活动监测组件，所述放射治疗系统的运行数

据还包括所述病人状态监测组件的运行数据或所述活动监测组件的运行数据。

11、根据权利要求 1 所述的放射治疗系统，其特征在于，所述放射治疗系统还包括治疗计划模块，所述放射治疗系统的运行数据还包括所述系统控制模块从所述治疗计划模块调取的治疗计划数据。

12、一种根据权利要求 1-11 之一所述的放射治疗系统的安全联锁控制方法，其特征在于，所述控制方法包括：

在所述射束产生装置生成治疗用中子束向所述第一照射室内开始照射前，所述射束控制模块根据接收到的所述带电粒子束产生装置的运行数据或所述系统控制模块根据接收到的所述放射治疗系统的运行数据确定即将开始的所述第一照射室的照射存在安全问题时，所述射束控制模块或所述系统控制模块通过所述射束控制模块禁止所述带电粒子束产生装置产生所述带电粒子束；或者

在所述射束产生装置生成治疗用中子束向所述第一照射室内照射时，所述射束控制模块根据接收到的所述带电粒子束产生装置的运行数据或所述系统控制模块根据接收到的所述放射治疗系统的运行数据确定所述第一照射室的照射存在安全问题时，所述射束控制模块或所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述带电粒子束产生装置停止产生所述带电粒子束或控制所述带电粒子束产生装置产生的所述带电粒子束停止与所述第一中子束生成部作用。

13、根据权利要求 12 所述的安全联锁控制方法，其特征在于，所述带电粒子束产生装置包括带电粒子束生成部和射束传输部，所述射束传输部包括射束方向切换组件，所述带电粒子束生成部产生所述带电粒子束并通过所述射束方向切换组件可选择地与所述第一中子束生成部作用以产生治疗用中子束向所述第一照射室内照射，所述射束控制模块或所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述带电粒子束产生装置产生的所述带电粒子束

停止与所述第一中子束生成部作用包括所述射束控制模块或者所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述射束方向切换组件将所述中子束从所述第一照射室切离。

14、根据权利要求 13 所述的安全联锁控制方法，其特征在于，所述放射治疗系统还包括第二照射室，其中，在所述射束控制模块或者所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述射束方向切换组件将所述中子束从所述第一照射室切离之前，还包括：

所述射束控制模块或所述系统控制模块根据接收到的所述放射治疗系统的运行数据确定所述第二照射室不存在安全问题，

10 其中，所述射束控制模块或者所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述射束方向切换组件将所述中子束从所述第一照射室切离，包括：

所述射束控制模块或者所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述射束方向切换组件将所述中子束从所述第一照射室切换至所述第二照射室。

15 15、根据权利要求 13 所述的安全联锁控制方法，其特征在于，所述放射治疗系统还包括射束收集装置，其中，所述射束控制模块或者所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述射束方向切换组件将所述中子束从所述第一照射室切离，包括：

20 所述射束控制模块或者所述系统控制模块通过所述射束控制模块控制所述射束方向切换组件将所述中子束从所述第一照射室切换至所述射束收集装置。

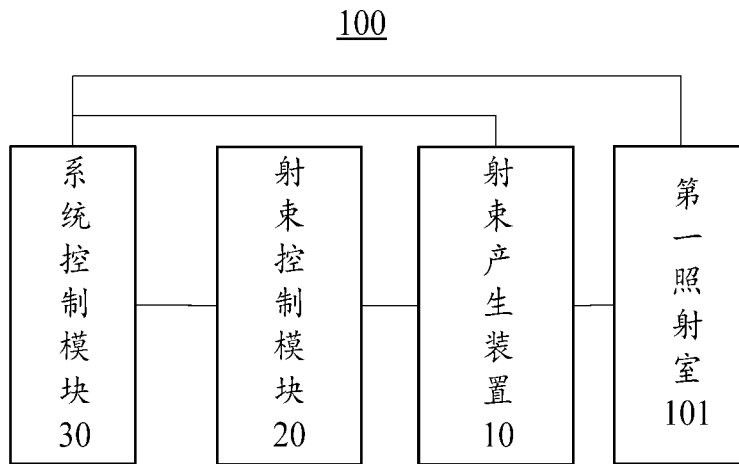


图 1

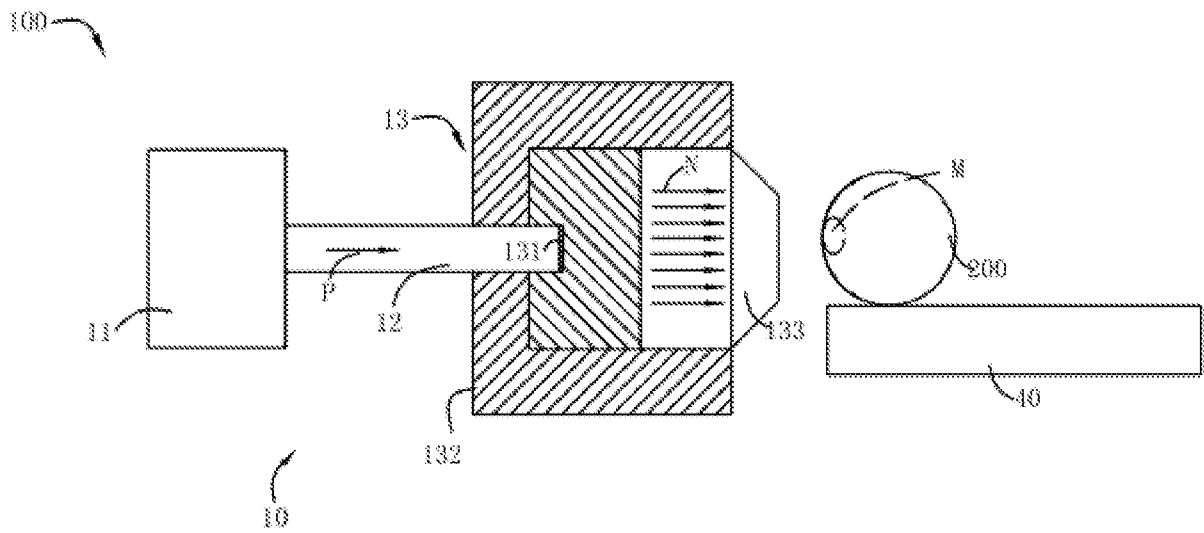


图 2

WO 2022/017193 发射射束至第一照射室之前，射束控制模块或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据判断即将开始的第一照射室的照射是否存在安全问题

S301

确定即将开始的第一照射室的照射不存在安全问题时，射束控制模块或系统控制模块通过射束控制模块控制射束产生装置发射射束至第一照射室，开始第一照射室的照射治疗

S303

确定即将开始的第一照射室的照射存在安全问题时，则触发安全联锁机制，射束控制模块或系统控制模块通过射束控制模块控制射束产生装置禁止发射射束至第一照射室，禁止第一照射室开始照射治疗

S302

在射束产生装置发射射束至第一照射室时，射束控制模块或系统控制模块根据接收到的放射治疗系统的运行数据判断第一照射室的照射是否存在安全问题

S304

确定第一照射室的照射不存在安全问题时，对第一照射室持续进行照射，即控制射束产生装置持续发射射束至第一照射室

S305

确定第一照射室的照射存在安全问题时，则触发安全联锁机制，射束控制模块或系统控制模块通过射束控制模块控制射束产生装置停止发射射束至第一照射室，结束第一照射室的照射治疗

S306

图 3

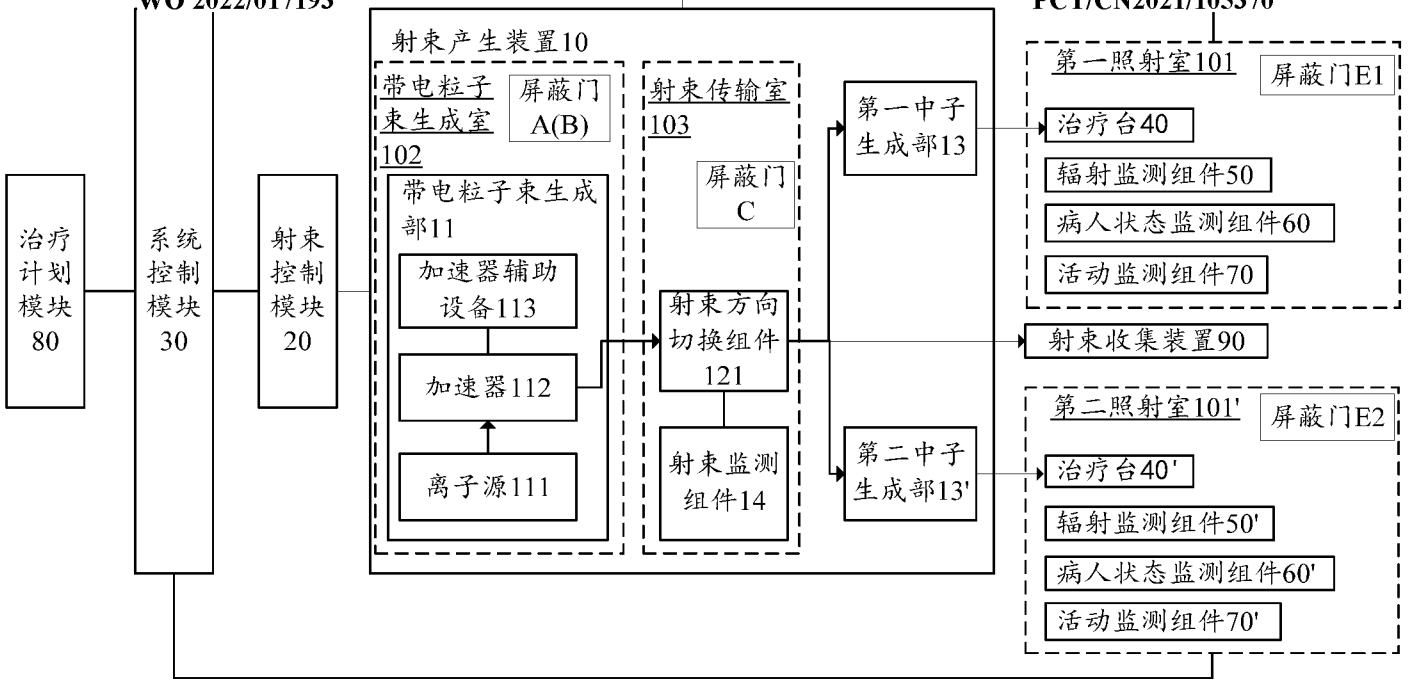


图 4

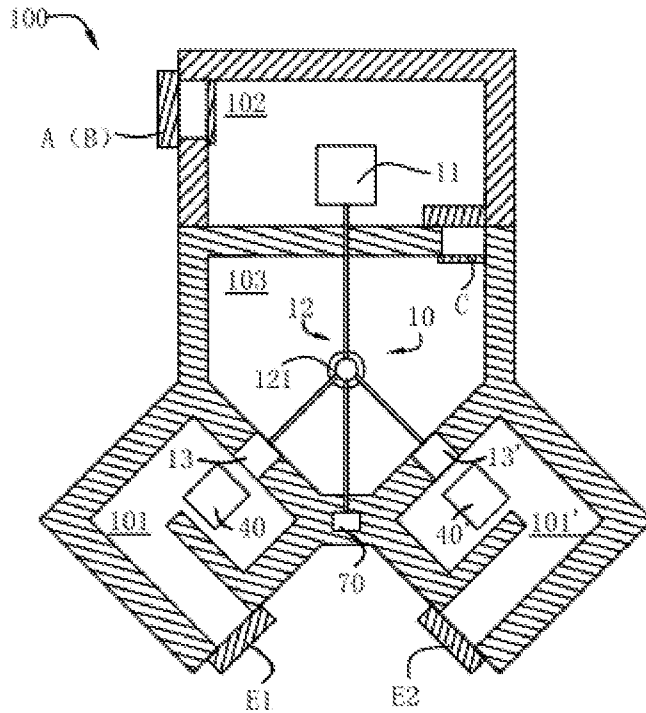


图 5

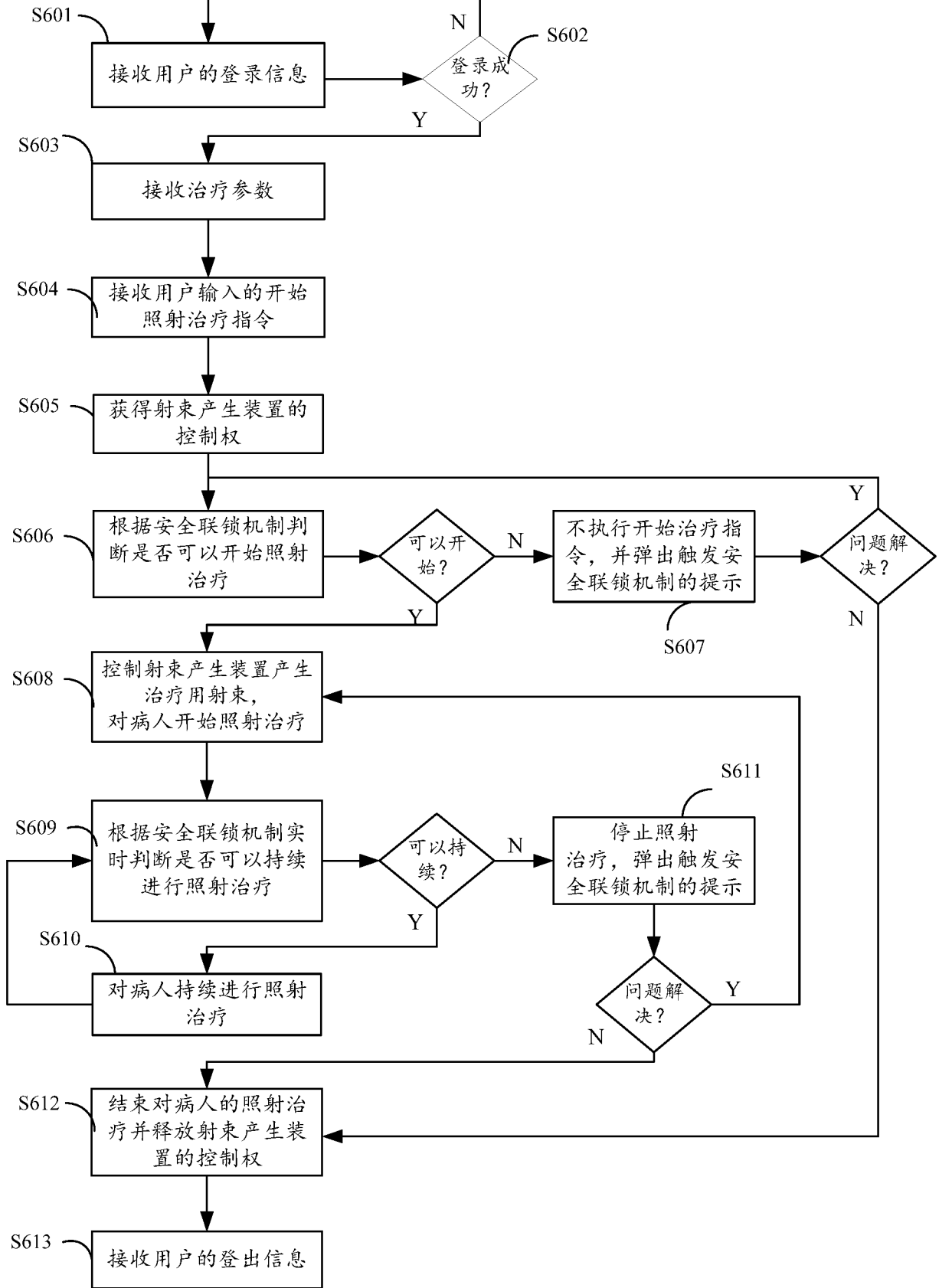


图 6

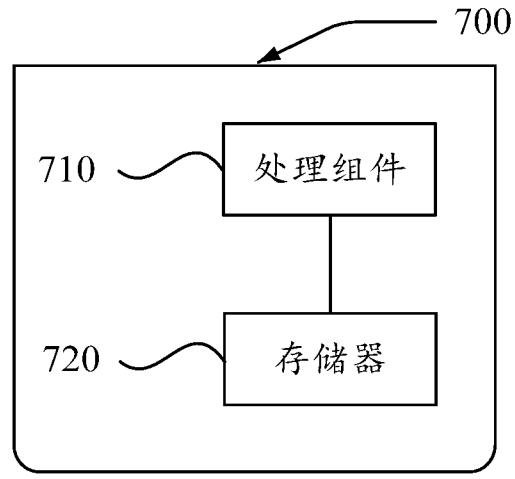


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/105370

| | | |
|---|--|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61N 5/10(2006.01)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) A61N 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) CNPAT, CNKI, WPI, EPOOC, IEEE: 粒子束, 中子束, 控制, 管理, 治疗, 放射, 室, 安全, neutron, irradiat+, beam, therapy, room, control+ | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | US 2020155871 A1 (NEUBORON MEDTECH LTD.) 21 May 2020 (2020-05-21) description paragraphs 8, 13, 17, 66 | 1-15 |
| A | CN 206535011 U (NANJING ZHONGPENG LIANKANG MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 October 2017 (2017-10-03) entire document | 1-15 |
| A | CN 110740782 A (ELEKTA PTY LTD.) 31 January 2020 (2020-01-31) entire document | 1-15 |
| A | CN 109464752 A (NANJING ZHONGPENG LIANKANG MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 March 2019 (2019-03-15) entire document | 1-15 |
| A | US 2019224499 A1 (NEUBORON MEDTECH LTD.) 25 July 2019 (2019-07-25) entire document | 1-15 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> | | |
| Date of the actual completion of the international search 26 September 2021 | | Date of mailing of the international search report 11 October 2021 |
| Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451 | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/105370

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|--|------------|----|-----------------------------------|-------------------------|------------|----|-----------------------------------|
| US | 2020155871 | A1 | 21 May 2020 | EP | 3666337 | A4 | 12 August 2020 |
| | | | | RU | 2745081 | C1 | 19 March 2021 |
| | | | | WO | 2019047697 | A1 | 14 March 2019 |
| | | | | EP | 3666337 | A1 | 17 June 2020 |
| | | | | JP | 2020519420 | A | 02 July 2020 |
| ----- | | | | None | | | |
| CN | 206535011 | U | 03 October 2017 | | | | |
| CN | 110740782 | A | 31 January 2020 | EP | 3600544 | B1 | 05 May 2021 |
| | | | | WO | 2018182429 | A1 | 04 October 2018 |
| | | | | US | 2020016431 | A1 | 16 January 2020 |
| | | | | EP | 3600544 | A1 | 05 February 2020 |
| ----- | | | | None | | | |
| CN | 109464752 | A | 15 March 2019 | | | | |
| US | 2019224499 | A1 | 25 July 2019 | EP | 3517172 | B1 | 14 April 2021 |
| | | | | JP | 6831921 | B2 | 17 February 2021 |
| | | | | WO | 2018076790 | A1 | 03 May 2018 |
| | | | | TW | 201817457 | A | 16 May 2018 |
| | | | | EP | 3517172 | A1 | 31 July 2019 |
| | | | | EP | 3517172 | A4 | 09 October 2019 |
| | | | | JP | 2019531856 | A | 07 November 2019 |
| | | | | US | 10773104 | B2 | 15 September 2020 |
| | | | | TW | I632932 | B | 21 August 2018 |
| ----- | | | | | | | |

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/105370

| <p>A. 主题的分类</p> <p>A61N 5/10(2006.01) i</p> <p>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</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-----|-------------------|---------|---|---|------|---|---|------|---|--|------|---|---|------|---|--|------|
| <p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>A61N</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EP00C, IEEE: 粒子束, 中子束, 控制, 管理, 治疗, 放射, 室, 安全, neutron, irradiat+, beam, therapy, room, control+</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2020155871 A1 (NEUBORON MEDTECH LTD.) 2020年 5月 21日 (2020 - 05 - 21) 说明书第8、13、17、66段</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 206535011 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 10月 3日 (2017 - 10 - 03) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110740782 A (医科达私人有限公司) 2020年 1月 31日 (2020 - 01 - 31) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109464752 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2019年 3月 15日 (2019 - 03 - 15) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019224499 A1 (NEUBORON MEDTECH LTD.) 2019年 7月 25日 (2019 - 07 - 25) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table> | | | 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | X | US 2020155871 A1 (NEUBORON MEDTECH LTD.) 2020年 5月 21日 (2020 - 05 - 21) 说明书第8、13、17、66段 | 1-15 | A | CN 206535011 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 10月 3日 (2017 - 10 - 03) 全文 | 1-15 | A | CN 110740782 A (医科达私人有限公司) 2020年 1月 31日 (2020 - 01 - 31) 全文 | 1-15 | A | CN 109464752 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2019年 3月 15日 (2019 - 03 - 15) 全文 | 1-15 | A | US 2019224499 A1 (NEUBORON MEDTECH LTD.) 2019年 7月 25日 (2019 - 07 - 25) 全文 | 1-15 |
| 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | US 2020155871 A1 (NEUBORON MEDTECH LTD.) 2020年 5月 21日 (2020 - 05 - 21) 说明书第8、13、17、66段 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 206535011 U (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2017年 10月 3日 (2017 - 10 - 03) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 110740782 A (医科达私人有限公司) 2020年 1月 31日 (2020 - 01 - 31) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 109464752 A (南京中硼联康医疗科技有限公司) 2019年 3月 15日 (2019 - 03 - 15) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | US 2019224499 A1 (NEUBORON MEDTECH LTD.) 2019年 7月 25日 (2019 - 07 - 25) 全文 | 1-15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 9月 26日</p> | | <p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 10月 11日</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p> | | <p>授权官员</p> <p>任蕊</p> <p>电话号码 86-(10)-53961820</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/105370

| 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) |
|-------------|------------|----|----------------|------|------------|----|----------------|
| US | 2020155871 | A1 | 2020年 5月 21日 | EP | 3666337 | A4 | 2020年 8月 12日 |
| | | | | RU | 2745081 | C1 | 2021年 3月 19日 |
| | | | | WO | 2019047697 | A1 | 2019年 3月 14日 |
| | | | | EP | 3666337 | A1 | 2020年 6月 17日 |
| | | | | JP | 2020519420 | A | 2020年 7月 2日 |
| ----- | | | | | | | |
| CN | 206535011 | U | 2017年 10月 3日 | 无 | | | |
| ----- | | | | | | | |
| CN | 110740782 | A | 2020年 1月 31日 | EP | 3600544 | B1 | 2021年 5月 5日 |
| | | | | WO | 2018182429 | A1 | 2018年 10月 4日 |
| | | | | US | 2020016431 | A1 | 2020年 1月 16日 |
| | | | | EP | 3600544 | A1 | 2020年 2月 5日 |
| ----- | | | | | | | |
| CN | 109464752 | A | 2019年 3月 15日 | 无 | | | |
| ----- | | | | | | | |
| US | 2019224499 | A1 | 2019年 7月 25日 | EP | 3517172 | B1 | 2021年 4月 14日 |
| | | | | JP | 6831921 | B2 | 2021年 2月 17日 |
| | | | | WO | 2018076790 | A1 | 2018年 5月 3日 |
| | | | | TW | 201817457 | A | 2018年 5月 16日 |
| | | | | EP | 3517172 | A1 | 2019年 7月 31日 |
| | | | | EP | 3517172 | A4 | 2019年 10月 9日 |
| | | | | JP | 2019531856 | A | 2019年 11月 7日 |
| | | | | US | 10773104 | B2 | 2020年 9月 15日 |
| | | | | TW | 1632932 | B | 2018年 8月 21日 |
| ----- | | | | | | | |