



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115554619 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 03

(21) 申请号 202211194922.1

(22) 申请日 2017.04.01

(30) 优先权数据

62/321896 2016.04.13 US

(62) 分案原申请数据

201780023303.7 2017.04.01

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 G·乔安托 S·克里希奈耶拉曼

V·兰加纳坦

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 孟杰雄

(51) Int. Cl.

A61N 5/10 (2006.01)

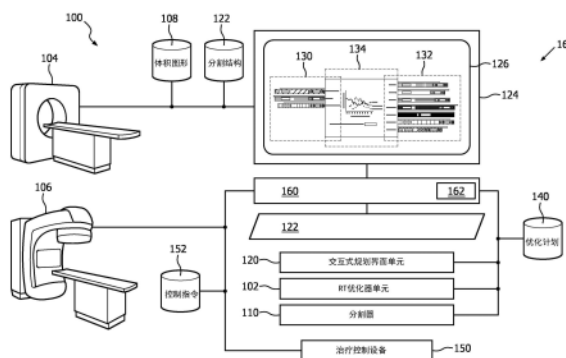
权利要求书3页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

辐射治疗交互式规划

(57) 摘要

一种辐射治疗系统(100)包括辐射治疗(RT)优化器单元(102)和交互式规划界面单元(120)。RT优化器单元(102)接收从体积图像(108)分割的至少一个靶结构和至少一个风险器官(OAR)结构,并且基于剂量目标(200-204、210-222、320)生成优化RT计划(140),剂量目标的至少一个剂量目标对应于至少一个靶结构(210-222)和至少一个OAR结构(200-204)中的每个。优化RT计划包括使用外部射束辐射治疗的针对体积图像的每个体素的规划放射剂量,其中,RT优化器单元迭代地操作。交互式规划界面单元(120)通过被显示在显示设备(124)的单个显示(126)上的控制(300)交互地控制剂量目标中的每个,操作RT优化器单元以根据控制来迭代地计算规划辐射剂量,并且在每个试验后根据RT优化器单元的进展在单个显示上提供视觉反馈(310、134)。



1. 一种辐射治疗系统(100), 包括:

辐射治疗(RT)优化器单元(102), 其被配置为接收从体积图像(108)分割的至少一个靶结构和至少一个风险器官(OAR)结构, 并且在多个试验期间基于至少三个剂量目标(200-204、210-222、320)来迭代地生成优化RT计划(140), 所述至少三个剂量目标中的至少一个剂量目标对应于所述至少一个靶结构(210-222)和所述至少一个OAR结构(200-204)中的每个, 其中, 所述优化RT计划(140)包括使用外部射束辐射治疗的针对所述体积图像的每个体素的规划辐射剂量; 以及

交互式规划界面单元(120), 其被配置为通过被显示在显示设备(124)的单个显示(126)上的控制(300)来交互地控制所述至少三个剂量目标中的每个, 操作所述RT优化器单元以根据在显示设备(124)的单个显示(126)上显示的所述控制来迭代地计算所述规划辐射剂量, 并且在所述单个显示上提供关于在每个试验之后每个剂量目标的朝向可接受的优化RT计划的进展的视觉反馈(310、134), 其中, 所提供的视觉反馈包括至少当前复合目标值, 所述当前复合目标值提供在满足所述至少三个剂量目标方面的进展的整体量度。

2. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述控制包括针对对应的剂量目标的一个或多个参数的控制(302、304), 其中, 所述一个或多个参数包括剂量(302)的类型, 其中, 针对每个剂量目标的一个或多个参数的所述控制被共同定位于所述单个显示中。

3. 根据权利要求1和2中的任一项所述的系统, 其中, 所提供的视觉反馈(310、134)包括在所述RT优化器单元的试验之后对每个对应的剂量目标的进展的改变的视觉表示(310), 其中, 每个对应的剂量目标的进展的改变的所述视觉表示与所述对应的剂量目标是共同定位的。

4. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所提供的视觉反馈包括在所述多个试验的每个试验上所述至少三个剂量目标的所述进展的图形表示。

5. 根据权利要求1-4中的任一项所述的系统, 其中, 针对所述至少三个剂量目标的所述控制(300)和所提供的视觉反馈(310)被分离到所述单个显示的第一区域(130)和所述单个显示的第二区域(132)中, 所述第一区域包括针对所述至少一个OAR结构(200-204)中的每个OAR结构的控制和反馈, 所述第二区域包括针对所述至少一个靶结构(210-222)中的每个靶结构的控制和反馈。

6. 根据权利要求1-5中的任一项所述的系统, 其中, 所述控制(300)与所述RT优化器单元同时操作, 其中, 所述至少三个剂量目标中的任一个剂量目标的改变被包括在基于所述至少三个剂量目标生成优化RT计划的下一试验中。

7. 根据权利要求4所述的系统, 其中, 在所述多个试验的每个试验上所述至少三个剂量目标的所述进展的所述图形表示包括在所述多个试验的每个试验上对应剂量目标值的线图。

8. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述单个显示上的所提供的视觉反馈(310、134)还包括以下中的至少一项: 趋势分析或者具有一个或多个改变的剂量目标的试验的标签。

9. 根据权利要求2所述的系统, 其中, 每个剂量目标的一个参数包括剂量的类型, 并且针对每个剂量目标的剂量的类型(230)包括以下中的一项: 最大剂量体积直方图、最小剂量体积直方图、最大等效均匀剂量、最小等效均匀剂量、最大剂量、最小剂量、均匀剂量目标、靶等效均匀剂量或者均匀性; 其中, 每个剂量的类型包括通过颜色或图案中的至少一项的

不同的视觉表示。

10. 根据权利要求1-9中的任一项所述的系统,还包括:

治疗控制设备(150),其被配置为接收所述优化RT计划并且生成控制指令(152),所述控制指令控制辐射递送设备(106)以根据所述优化RT计划来递送辐射。

11. 一种辐射治疗规划剂量可视化的计算机实施的方法,包括:

通过被显示在显示设备(124)的单个显示上的控制(300)来交互地控制(504)至少三个剂量目标(200-204、210-222、320)中的每个,其中,所述至少三个剂量目标对应于从体积图像(108)分割的至少一个靶结构和至少一个风险器官(OAR)结构,所述至少三个剂量目标中的至少一个剂量目标对应于所述至少一个靶结构(210-222)和所述至少一个OAR结构(200-204)中的每个;

根据所述控制来迭代地计算(510)优化RT计划(140),其中,所述优化RT计划包括使用外部射束辐射治疗针对所述体积图像的每个体素的规划辐射剂量;并且

在所述单个显示上提供(512)关于在多个试验的每个试验之后每个剂量目标的朝向可接受的优化RT计划的进展的视觉反馈(310、134),其中,所提供的视觉反馈包括至少当前复合目标值,所述当前复合目标值提供在满足所述至少三个剂量目标方面的进展的整体量度。

12. 根据权利要求11所述的计算机实施的方法,还包括:

通过执行以下操作中的至少一项来修改(508)多个剂量目标:改变至少一个剂量目标的一个或多个参数或者添加新的剂量目标。

13. 根据权利要求11所述的计算机实施的方法,其中,提供视觉反馈包括在每个试验之后针对每个对应的剂量目标在所述单个显示上视觉地表示进展的改变,其中,每个对应的剂量目标的进展的改变的所述视觉表示与所述对应的剂量目标是共同定位的。

14. 根据权利要求11所述的计算机实施的方法,其中,提供视觉反馈包括以图形方式表示在所述多个试验的每个试验上所述三个剂量目标的进展。

15. 根据权利要求13所述的计算机实施的方法,其中,针对所述至少三个剂量目标的所述控制(300)和所提供的视觉反馈(310)被分离到所述单个显示的第一区域(130)和所述单个显示的第二区域(132)中,所述第一区域包括针对所述至少一个OAR结构(200-204)中的每个OAR结构的控制和反馈,所述第二区域包括针对所述至少一个靶结构(210-222)中的每个靶结构的控制和反馈。

16. 根据权利要求12所述的计算机实施的方法,其中,交互地控制、迭代地计算和提供反馈是同时执行的,其中,来自修改所述至少三个剂量目标的改变被包括在所述多个试验的下一试验中。

17. 根据权利要求14所述的计算机实施的方法,其中,以图形方式表示在所述多个试验的每个试验上所述至少三个剂量目标的进展包括在所述多个试验的每个试验上对应剂量目标值的线图表示。

18. 根据权利要求12所述的计算机实施的方法,其中,改变一个参数包括将剂量的类型改变为以下中的一项:最大剂量体积直方图、最小剂量体积直方图、最大等效均匀剂量、最小等效均匀剂量、最大剂量、最小剂量、均匀剂量目标、靶等效均匀剂量或者均匀性;其中,每个剂量的类型包括通过颜色或图案中的至少一项的不同的视觉表示。

19. 一种辐射治疗系统 (100), 包括:

非瞬态存储介质, 其被配置为具有程序指令, 所述程序指令当由一个或多个处理器运行时执行根据权利要求11所述的计算机实施的方法; 以及

治疗控制设备 (150), 其被配置为生成 (514) 控制指令, 所述控制指令用于使辐射递送设备 (106) 根据所述优化RT计划来递送辐射。

辐射治疗交互式规划

技术领域

[0001] 下文总体上涉及外部射束辐射治疗,并且具体应用于逆向规划优化技术进行描述,例如强度调制辐射治疗(IMRT)、强度调制质子治疗(IMPT)和/或体积调制弧形治疗(VMAT)辐射治疗规划。

背景技术

[0002] IMRT、IMPT和/或VMAT辐射治疗技术向靶区(例如癌性生长)递送高剂量以破坏或控制靶区中的患病组织。剂量目标由医疗保健从业者基于一幅或多幅体积规划图像(例如,X射线计算机断层摄影(CT)图像)来识别。基于剂量目标,优化器用于规划到靶区的外部辐射的射束的取向、持续时间、形状和/或强度。根据剂量目标的逆向规划外部射束不同于其他辐射治疗直接规划方法,诸如近距离辐射治疗,其中,指定点源和位置并且根据点源和位置来计算剂量。在逆向规划方法中,靶体积和邻近器官或风险器官(OAR)在规划图像中被识别,并且通常被分割为结构,例如,来自规划图像的子体积。

[0003] 在递送从辐射源穿过身体的外部辐射的射束时,辐射射束的路径中的器官也经历递送的辐射。器官可以被分类为串行器官或并行器官。接受到串行器官的任何一部分的辐射的致命剂量的串行器官(例如脑干、脊髓等)导致整个器官衰竭。并行器官(例如腮腺、喉、嘴唇等)可以接收到并行器官的部分的致命剂量,并且仍然保持来自其余部分的至少一些功能。

[0004] 用于外部辐射的射束的规划方法通常包括竞争目标。一些目标要求将辐射递送到靶体积。其他目标要求不递送辐射或仅允许向OAR递送特定量。OAR目标通常包括最大剂量目标或最大剂量体积直方图(DVH),以及目标相对于其他OAR目标的权重或优先级。靶目标通常包括最小辐射剂量目标或均匀剂量目标。优化器程序输入具有剂量目标的靶和OAR目标和体积,并且识别一组射束,每个具有强度、持续时间、形状和方向中,其最优地满足竞争目标以形成计划。权重对应于分割体积,例如OAR和目标体积,针对其,基于加权目标使用被应用于整个分割体积的权重来计算规划剂量。

[0005] 医疗保健从业者查看来自优化器的输出,其通常被视为按体积计量的规划或预期剂量,例如施加在规划图像上的等值线、剂量体积直方图等。在检查过程中,可以改变目标,例如改变权重或剂量目标,或者可以添加目标。添加的目标可以将剂量,例如更多剂量引导到特定靶区或将更少的剂量引导到特定OAR。添加的目标可以包括分割结构的子集或具有对应的剂量目标的额外的结构,以更改或改变规划剂量。优化器程序将利用改变的/额外的目标重新运行,并重复该过程,直到达到可接受的优化计划。

[0006] 然而,规划是一项复杂且耗时的任务,尤其对于IMRT同步集成提升情况。在逆向规划优化中添加目标可以增加与其他目标的交互,这可能导致优化过程中的矛盾。逆向规划中的优化器可能不收敛,并且哪些目标为矛盾的性质可能不容易显而易见。例如,具有外部辐射射束的一个分割结构的空間位置和剂量目标可以与另一个分割结构的剂量目标相对。此外,优化器朝着可接受的解决方案的进展能够难以确定。医疗保健从业者能够花费大量

时间尝试针对规划图像的目标和权重的不同组合以便发现目标之间的任何矛盾,以及尝试识别优化过程是否正在改善或循环,例如没有收敛。

[0007] 利用根据靶和OAR结构的不同剂量目标以及针对每个的参数,单独设置和控制优化器变为复杂的任务。保持跟踪不同的剂量目标和参数通常涉及命令行输入或通常与优化器的输出分开的一系列屏幕。

[0008] 额外地,向查看计划的进展的医疗保健从业者提供信息的一些方法使用利用等值线示出的剂量的空间视图,这提供叠加在规划图像上的剂量的可视化。然而,等值线使得难以理解和识别医疗从业者必须导航的整个规划体积上的整个等高线上的整体进展和矛盾。此外,难以比较与当前计划具有相似性的先前优化计划的开发以帮助决定或初始化优化参数。

发明内容

[0009] 本文描述的方面解决了上述问题和其他问题。

[0010] 下文描述了辐射治疗(RT)系统,其具有RT优化器单元的交互式控制,以及关于每个剂量目标的进展以及朝向可接受的优化RT计划的总体进展的视觉反馈。控制和视觉反馈可以与RT优化器单元的操作同时进行。

[0011] 在一个方面中,辐射治疗系统包括辐射治疗(RT)优化器单元和交互式规划界面单元。RT优化器单元接收从体积图像分割的至少一个靶结构和至少一个风险器官(OAR)结构,并基于剂量目标生成优化RT计划,剂量目标的中至少一个剂量目标对应至少一个靶结构和至少一个OAR结构中的每个。优化RT计划包括使用外部射束辐射治疗的体积图像的每个体素的规划放射剂量,其中,RT优化器单元迭代地操作。交互式规划界面单元通过在显示设备的单个显示上显示的控制交互地控制剂量目标中的每个,操作RT优化器单元以根据控制迭代地计算规划辐射剂量,并且在每个试验之后根据RT优化器单元的进展在单个显示上提供视觉反馈。

[0012] 在另一方面中,一种辐射治疗方法包括通过在显示设备的单个显示上显示的控制交互地控制多个剂量目标中的每个,其中,所述多个剂量目标对应于从体积图像分割的至少一个靶结构和至少一个风险器官(OAR)结构,多个剂量目标的至少一个剂量目标对应于至少一个靶结构和至少一个OAR结构中的每个。优化RT计划包括使用外部射束辐射治疗的针对体积图像的每个体素的规划辐射剂量。由RT优化器单元根据控制迭代地计算优化RT计划。在每个试验之后根据RT优化器单元的进展在单个显示上提供视觉反馈。

[0013] 在另一方面中,辐射治疗系统包括被配置有程序指令的非瞬态存储介质和治疗控制设备。当由一个或多个处理器执行时,程序指令通过显示在显示设备的单个显示上的控制交互地控制多个剂量目标中的每个,其中,多个剂量目标对应于从体积图像分割的至少一个靶结构和至少一个风险器官(OAR)结构,多个剂量目标中的至少一个剂量目标对应于至少一个靶结构和至少一个OAR结构中的每个。优化RT计划包括使用外部射束辐射治疗的体积图像的每个体素的规划辐射剂量。当由一个或多个处理器执行时,程序指令根据控制通过RT优化器单元迭代地计算优化RT计划。当由一个或多个处理器执行时,程序指令在每个试验之后根据RT优化器单元的进展在单个显示上提供视觉反馈。治疗控制设备生成用于使辐射递送设备根据优化RT计划递送辐射的控制指令。

附图说明

[0014] 本发明可以采用各种部件和部件布置的形式,并且可以采取各种步骤和步骤安排的形式。附图仅用于图示优选实施例的目的,而不应被解释为对本发明的限制。

[0015] 图1示意性地图示了具有RT优化器单元的交互式控制和视觉反馈的RT系统的实施例。

[0016] 图2图示了具有RT优化器单元的控制和视觉反馈的示范性RT系统交互式规划界面。

[0017] 图3图示了示范性RT系统交互式规划界面剂量目标控制和剂量反馈。

[0018] 图4图示了具有RT优化器单元的控制和视觉反馈的另一个示范性RT系统交互式规划界面。

[0019] 图5以流程图示出了用于RT规划的方法的实施例,其具有RT优化器单元的交互式控制和视觉反馈。

具体实施方式

[0020] 首先参考图1,示意性地图示了范例RT系统100,其具有与成像设备104和辐射递送设备106结合的优化器单元102的交互式控制。成像设备104包括一种或多种模态的扫描器,例如X射线计算机断层摄影(CT)扫描器、磁共振成像(MRI)扫描器、正电子发射断层摄影(PET)扫描器、单质子发射计算机断层摄影(SPECT))扫描器、组合、混合物等,其生成用于规划辐射治疗的对象的感兴趣区域(ROI)的体积图像108。体积规划图像108包括至少三维(3D)图像,例如,根据2D切片、3D图像、4D图像等构建的体积图像。体积规划图像108可以直接从成像设备104接收或存储在电子存储器中,诸如影像归档和通信系统(PACS)、放射学信息系统(RIS)、电子医学记录(EMR)、云存储、服务器存储、本地存储等。

[0021] 分割器110从体积规划图像108中识别并分割结构112。分割器110使用已知或其他分割技术自动或手动地识别和分割结构112。分割结构112包括一个或多个靶结构,例如肿瘤、患病组织等。分割结构112包括一个或多个OAR结构。OAR结构包括串行和/或并行器官。每个分割结构112是体积结构,并且可以由体积规划图像108中的体素的子集在空间上定义。体素可以包括在多于一个的分割结构中。例如,靶结构可以与OAR结构交叠,例如OAR的包括患病组织的部分。

[0022] 交互式规划界面单元120利用在显示设备124上的单个显示中的交互式规划界面126上显示的控制交互地控制RT优化器单元102,并通过单个显示的交互式界面126提供视觉反馈。控制利用来自一个或多个输入设备122(例如鼠标、键盘、麦克风、触摸屏等)的输入进行操作。交互式规划界面126提供划分为三个显示区域的交互式控制和反馈。第一区域130包括针对OAR剂量目标的交互式控制和反馈。第二区域132包括针对靶剂量目标的交互式控制和反馈。第三区域134包括总体进展的量度,例如复合目标量度,并且包括在多个试验上由RT优化器单元102对进展的图形显示。每个试验可以包括RT优化器单元102的一次或多次迭代。试验以剂量目标的每个修改开始并以由RT优化器单元102返回的结果结束。第三区域134可以包括针对系统的总体控制。第一区域130和第二区域132在单个显示上在空间上分开。三个区域130、132和134可包括部分交叠。

[0023] 在一个实施例中,第一区域130和第二区域132位于第三区域134的侧面。在一个实

施例中,第一区域130和第二区域132位于第三区域134的上方和下方。预期其他布置。布置可以根据显示设备124的特性而变化。在一些情况下,将与第二区域132中的隔离和分组的靶剂量目标分开的第一区域130中的OAR剂量目标隔离和分组允许医疗保健从业者对潜在的矛盾的更容易的视觉监测和理解。例如,随着第一OAR剂量目标中的改变的剂量目标,可以针对下降或不利影响容易地监测其他剂量目标的进展反馈。在一些实例中,第三区域134可以提供与目标中的改变/添加相矛盾的图形指示。图形指示可以包括目标值的绘制方向上的急剧变化、目标值的局部最大值或最小值、在添加/改变的目标与另一目标之间的绘制的目标值的循环、从满足的目标倾斜的绘制的目标值等。在一些情况下,图形指示提供了添加/改变目标的因果关系的视觉简洁视图。

[0024] 交互式规划界面单元120交互地操作控制,同时并发地或同时提供反馈。控制允许输入针对分割结构112的新的剂量目标或现有剂量目标的改变。每个剂量目标是针对选定的分割结构112的RT剂量目标,所述分割结构是靶体积或OAR。每个RT计划包括在第一区域130中控制的至少一个目标,其对应于作为OAR的分割结构112。每个RT计划包括在第二区域132中控制的至少一个目标,其对应于作为靶体积的分割结构112。每个目标包括对应的体积、剂量目标的类型和一个或多个剂量参数。剂量参数可包括权重、百分比变化和/或硬约束指示器。

[0025] RT优化器单元102接收由控制指定的剂量目标中的每个的参数,并使用工业中已知的逆向规划算法迭代地生成优化计划140。迭代RT逆向规划算法的范例可以在2015年6月9日递交的序列号为62/172267的美国专利申请“Radiation Therapy Optimization Unit with Global Considerations”中找到。随着RT优化器单元102的每个试验,交互式规划界面单元120根据返回的值提供关于每个目标的进展和总体进展的反馈,例如,在剂量目标的改变之间由RT优化器单元改变的优化计划140。随着RT优化器单元102的每次迭代,交互式规划界面单元120可以根据在每次迭代时返回的值来提供关于每个目标的进展和总体进展的反馈,例如由RT优化器单元102通过迭代对优化计划140的改变。反馈包括视觉反馈。RT优化器单元102可以包括在每次迭代或试验处对剂量目标的改变或添加。可以利用每个试验重置或继续显示的反馈。可以通过诸如功能键的输入来停止和启动RT优化器单元102。交互式规划界面126可以包括状态指示器,其指示RT优化器单元102的操作状态,例如运行、停止、暂停、当前迭代标识、当前试验标识等。

[0026] 治疗控制设备150接收优化计划140并且生成用于辐射递送设备106(例如线性粒子加速器(LINAC)、质子治疗设备等)的一组控制指令152,以使用IMRT、IMPT或VMAT向对象递送外部辐射射束。

[0027] 交互式规划界面单元120、分割器110、RT优化器单元102和治疗控制设备150适当地由一个或多个配置的数据处理器160实现,例如数字处理器、微处理器、电子处理器、光学处理器、多处理器、包括对等或协同操作处理器的处理器的分布、处理器的客户端-服务器布置等。配置的处理器执行存储在计算机可读存储介质(“存储器”)162中的至少一个计算机可读指令,所述介质排除瞬态介质并且包括物理存储器和/或其他非瞬态介质以执行所公开的分割、优化、反馈、优化器控制和控制指令生成技术。配置的处理器还可以执行由载波、信号或其他瞬态介质承载的一个或多个计算机可读指令。配置的处理器可以包括计算设备164,诸如工作站、膝上型计算机、平板电脑、智能电话、体戴计算设备、服务器等。计算

设备164可以包括输入设备122。计算设备164可以包括显示设备124。示范性图中表示的部件之间的线表示通信路径,其可以是有线的或无线的。

[0028] 参考图2,图示了具有RT优化器单元的控制和视觉反馈的示范性RT系统交互式用户界面126。共同定位于第一区域130中的是具有针对OAR剂量目标的反馈的控制。每个OAR剂量目标包括共同定位的控制和对应于OAR剂量目标的视觉反馈。共同定位的控制和视觉反馈可以相邻。在一些实例中,共同定位的控制和视觉反馈以因果关系为医疗保健从业者提供了更容易的关联。在一些情况下,共同定位的OAR剂量目标为医疗保健从业者提供了更容易的参考和操作。第一区域130示出了针对左腮腺剂量目标200的范例控制和反馈、针对脑剂量目标202的控制和反馈以及针对脊髓剂量目标204的控制和反馈。

[0029] 共同定位于第二区域132中的是具有针对靶剂量目标的反馈的控制。每个靶剂量目标包括共同定位的控制和对应于靶目标的视觉反馈。第二区域132示出了针对规划目标体积PTV66剂量目标210、PTV60剂量目标212、PTV52剂量目标214、第二PTV60剂量目标216、第二PTV66剂量目标218、第三PTV66剂量目标220和第二PTV52剂量目标222的范例共同定位的控制和视觉反馈。多剂量目标可用于分割结构112,OAR或靶。

[0030] 在第三区域134中,目标值(纵轴)对试验(横轴)的图形230示出了多个试验的进展。图形包括一个或多个目标的绘制目标值和/或复合目标值。绘制目标值可以表示为线图、直方图、散点图等。绘制目标值可以绘制为在满足目标值时增加或上升,或者反之。图形230示出了对应于存在于RT优化器单元102的第一试验中的PTV66(3)剂量目标220的范例第一线图232。图形230示出了对应于在RT优化器单元102的第二试验中添加的脊髓剂量目标204的示范性第二线图234。图形230示出了对应于在RT优化器单元102的第三试验中添加的左腮腺剂量目标202的示范性第三线图236。绘制线图232-236,其中,目标值随着剂量目标被满足而降低,例如,目标值等于零意味着完全满足目标。图形230中存在的线图可基于输入来选择,例如在目标上的右键点击和适当的菜单选择、在图形230上的右键点击以及对应的剂量目标200-204、210-222的适当选择。

[0031] 在对应于脊髓剂量目标204的线图234中可以看到冲突的存在,其在试验7-10中的目标值增加。在相同的试验期间,对应于PTV66(3)目标值的线图232和对应于左腮腺目标值的线图236减小。因此,在保留左腮腺和脊髓之间向PTV66递送剂量时存在潜在的冲突。作为响应,医疗保健从业者可以选择使用对应的控制来修改左腮腺剂量目标200和/或PTV66(3)剂量目标220。

[0032] 图形230可以用于当前计划的趋势分析。交互式规划界面单元120可以在线图上识别目标的改变,其使用鼠标指针以文本来显示。例如,选择试验号的鼠标指针可以显示文本消息,例如“添加了具有45Gy的最大剂量的髓目标”。每个试验可以显示相应试验的剂量目标和参数。交互式规划界面单元120可以包括用于比较的其他计划的一个或多个线图。例如,类似计划的剂量目标进展的线图可以包括在图形230中并且对比,例如虚线。

[0033] 第三区域134可以包括当前复合目标值240,其提供满足所有目标的进展的总体量度。当前复合目标值240可以表示为值的范围中的一个。从RT优化器单元102获得当前复合目标值240。值可以表达为针对满足的剂量目标而言朝向零减小,或者针对满足的剂量目标的增加,例如,范围为0-100,其中,100表示满足所有目标。

[0034] 参考图3,图示了针对剂量目标320的示范性RT系统用户界面交互式控制300和反

馈310。剂量目标320包括标签322或指示对应的分割结构112的其他指示器。交互式控制300可以在矩形区302中可视化。交互式控制300包括剂量目标的类型,其可以表示为矩形区302的图案和/或颜色。例如,剂量目标的类型可以包括:1) 最大剂量体积直方图或最大DVH、2) 最小剂量体积直方图或最小DVH、3) 最大等效均匀剂量或最大EUD、4) 最小等效均匀剂量或最小EUD、5) 最大剂量或最大值剂量、6) 最小剂量或最小值剂量、7) 均匀剂量、8) 靶等效均匀剂量或靶EUD或9) 均匀性。每个类型的剂量目标可以在视觉上不同地表示,例如在图2中,左腮腺剂量目标200表示为具有第一图案的最大DVH,脑剂量目标202表示为具有第二图案的最大EUD,脊髓剂量目标204和PTV66 (3) 剂量目标220表示为具有第三图案的最大剂量,PTV66剂量目标210表示为具有第四图案的最小剂量,PTV60剂量目标212表示为具有第五图案的均匀剂量,PTV52剂量目标214表示为具有第六图案的最小值EUD,PTV60 (2) 剂量目标表示为具有第七图案的目标EUD,PTV66 (2) 剂量目标表示为具有第八图案的均匀性,并且DVH的PTV52 (2) 剂量目标表示为具有第九图案的最小值。可以利用来自输入设备122的输入来输入剂量目标类型,例如利用弹出菜单中的选择。

[0035] 目标控制300包括一个或多个目标参数304。输入控制可位于矩形区302内。在一些实例中,将输入控制定位在矩形区域302内提供参数与对应的剂量目标的快速关联。例如,表示为输入框的辐射水平306针对对应的剂量目标以cGy为单位输入剂量。目标权重308可以表示为滑动条。硬约束308可以表示为复选框。在一个实施例中,可以根据相对于其他目标的权重或优先级来确定目标控制300的矩形区302的大小。

[0036] 目标反馈310包括通过颜色和/或尺寸提供反馈的相邻矩形区或水平条。所表示的反馈包括来自先前试验或迭代的变化。在一个实施例中,水平条的长度指示从先前试验的百分比改变。在一个实施例中,表示为绿色或红色的水平条的颜色分别指示正或负变化。在一个实施例中,水平条指示当前目标值的量度。

[0037] 参考图4,图示了另一示范性RT系统交互式规划界面126,其具有对RT优化器单元的控制和视觉反馈。交互式规划界面126图示了两个OAR剂量目标,左腮腺剂量目标和脊髓剂量目标。交互式规划界面126图示了三个靶体积剂量目标PTV70、PTV63和PTV56。RT优化器单元102以靶剂量目标开始,并且在第三试验中添加左腮腺剂量目标,并且在第四试验中添加脊髓剂量目标。与图2不同,左腮腺剂量目标的权重的增加避免了冲突。

[0038] 目标值对试验(或迭代)的图形230示出了针对靶剂量目标的复合线图400。该图形视觉地图示了针对不同剂量目标的收敛且非冲突的RT优化计划。线图朝向指示目标被满足的轴减小。当前的复合目标值为0.00123,其接近于指示所有目标被满足的零。个体剂量目标示出指示每个目标被满足的反馈条长度,脊髓剂量目标除外。另外的试验可能会产生针对脊髓剂量目标的可接受的解决方案。

[0039] 参考图5,以流程图示出了用于RT规划的方法的实施例,其具有RT优化器单元的交互控制和视觉反馈。在500处,接收体积图像108。体积图像108可以从电子存储器接收或从成像设备104引导。

[0040] 在502处,OAR和靶分割结构112从体积图像108分割。至少一个OAR和至少一个靶被分割。

[0041] 在504处,控制(300)交互地指定每个剂量目标,控制RT优化器单元102,并通过单个显示提供反馈。剂量目标包括针对单个显示的第一区域130中的至少一个OAR分割结构的

至少一个剂量目标320。剂量目标包括针对单个显示的第二区域132中的至少一个靶分割结构的至少一个剂量目标320。反馈包括针对每个剂量目标的反馈310。反馈包括第三区域134中的图形230,其以图形方式图示了根据试验的RT优化器单元102的进展。

[0042] 在506处来自输入设备122的输入指示对剂量目标的修改。修改可以包括对一个或多个剂量目标的一个或多个参数的改变。修改可包括新的剂量目标。新的剂量目标可以针对添加的分割结构、OAR或靶标。新的剂量目标可以是针对当前分割结构、OAR或靶标的额外的剂量目标,例如,针对相同结构的第二剂量目标。动作504和506可以循环操作以交互地控制剂量目标。

[0043] 在510处,RT优化器单元102基于目标控制,即当前剂量目标和参数来计算规划剂量。RT优化器单元102返回针对每个目标的目标值和当前复合目标值。在每个试验或迭代处,将当前优化计划140存储在计算机存储器中,以用于随后的试验或迭代和/或另外的处理以供递送。

[0044] 在512处,在单个显示上更新交互式界面126上的反馈。更新的反馈包括针对每个剂量目标的反馈。更新的反馈包括针对当前试验或迭代的优化的进展。例如,用当前试验目标值更新图形230。可以计算返回的目标值的函数,例如平均、最小值、最大值等。返回的目标值的函数可以表示为中间复合值,例如参考图4绘制的复合靶目标值。

[0045] 在514处,确定RT优化器单元102的操作状态。如果要基于操作状态执行另一个试验或迭代,则处理在504处继续。动作510、512和514的处理可以与动作506和508并发地、同时或并行地执行。

[0046] 在516处,由治疗控制设备150基于优化计划140生成用于辐射递送设备106的控制指令152。

[0047] 在518处,辐射递送设备106根据控制指令152递送辐射。

[0048] 以上可以通过编码或嵌入在计算机可读存储介质上的计算机可读指令来实施,所述计算机可读指令当由(一个或多个)计算机处理器执行时使(一个或多个)处理器执行所描述的动作。额外地或备选地,至少一个计算机可读指令由信号、载波或其他瞬态介质承载。

[0049] 已经参考优选实施例描述了本发明。在阅读和理解前面的详细描述后,其他人可能会想到修改和变更。本发明旨在被构造为包括所有这些修改和变化,只要其落入权利要求或其等价方案的范围内。

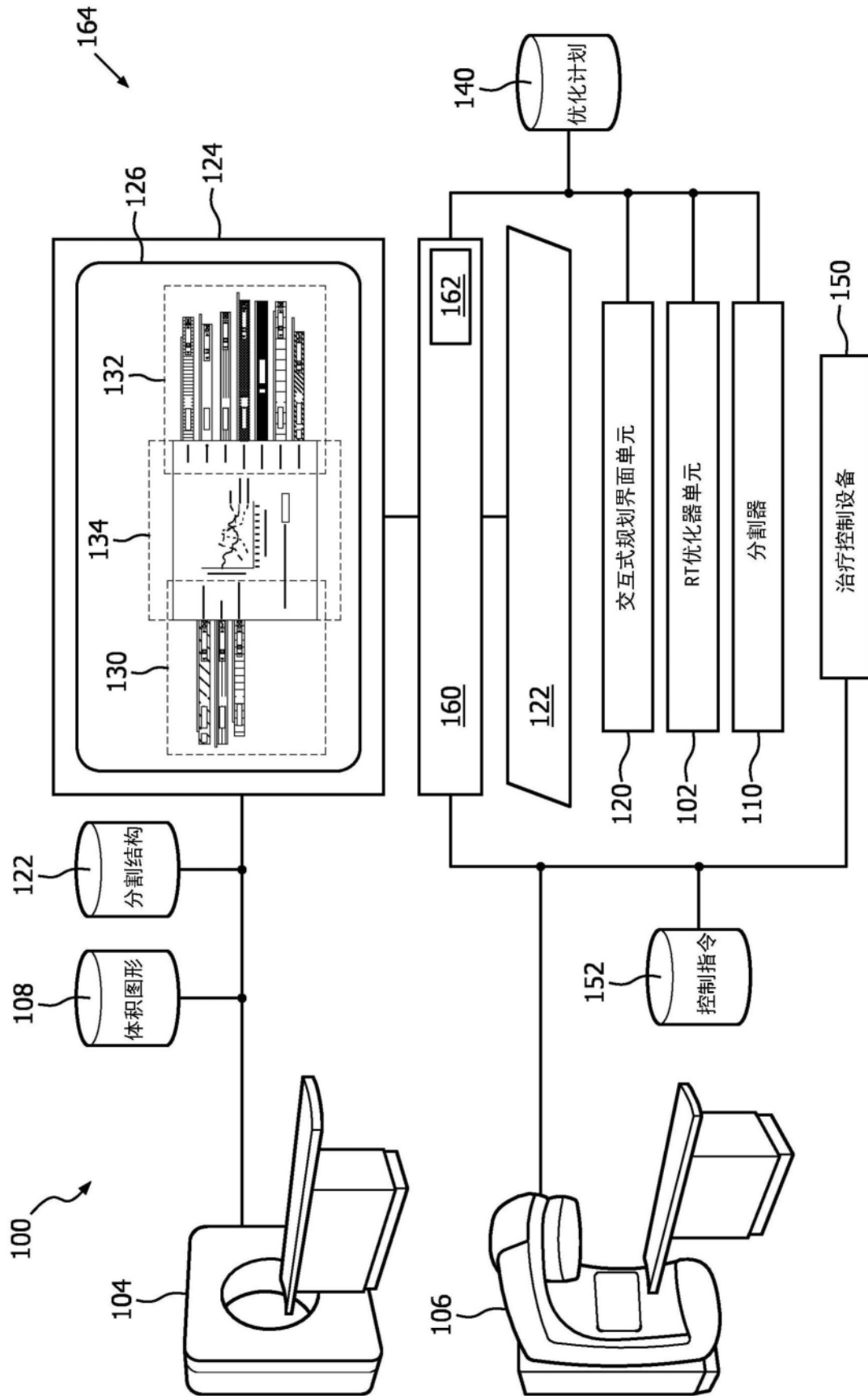
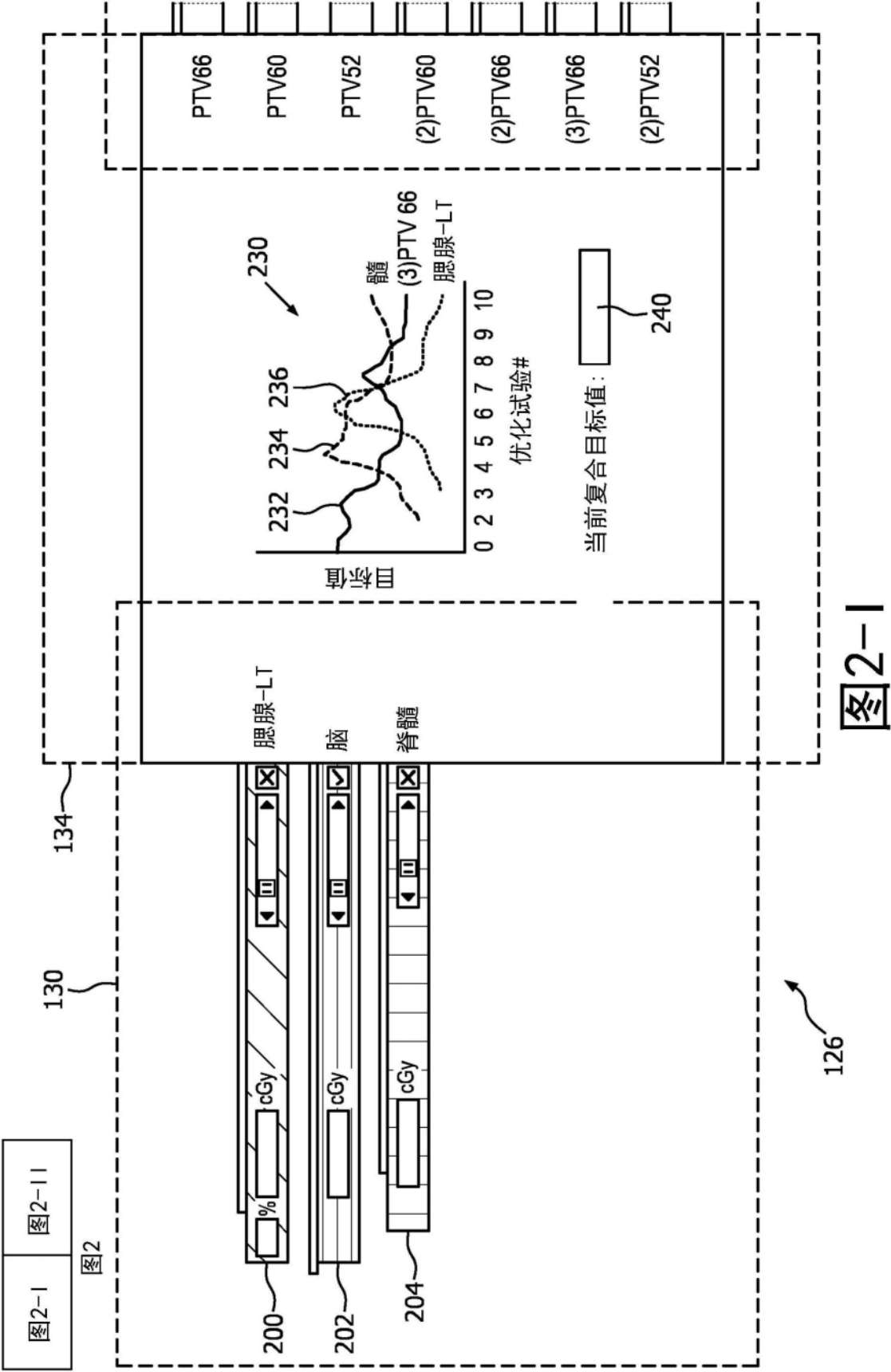


图1



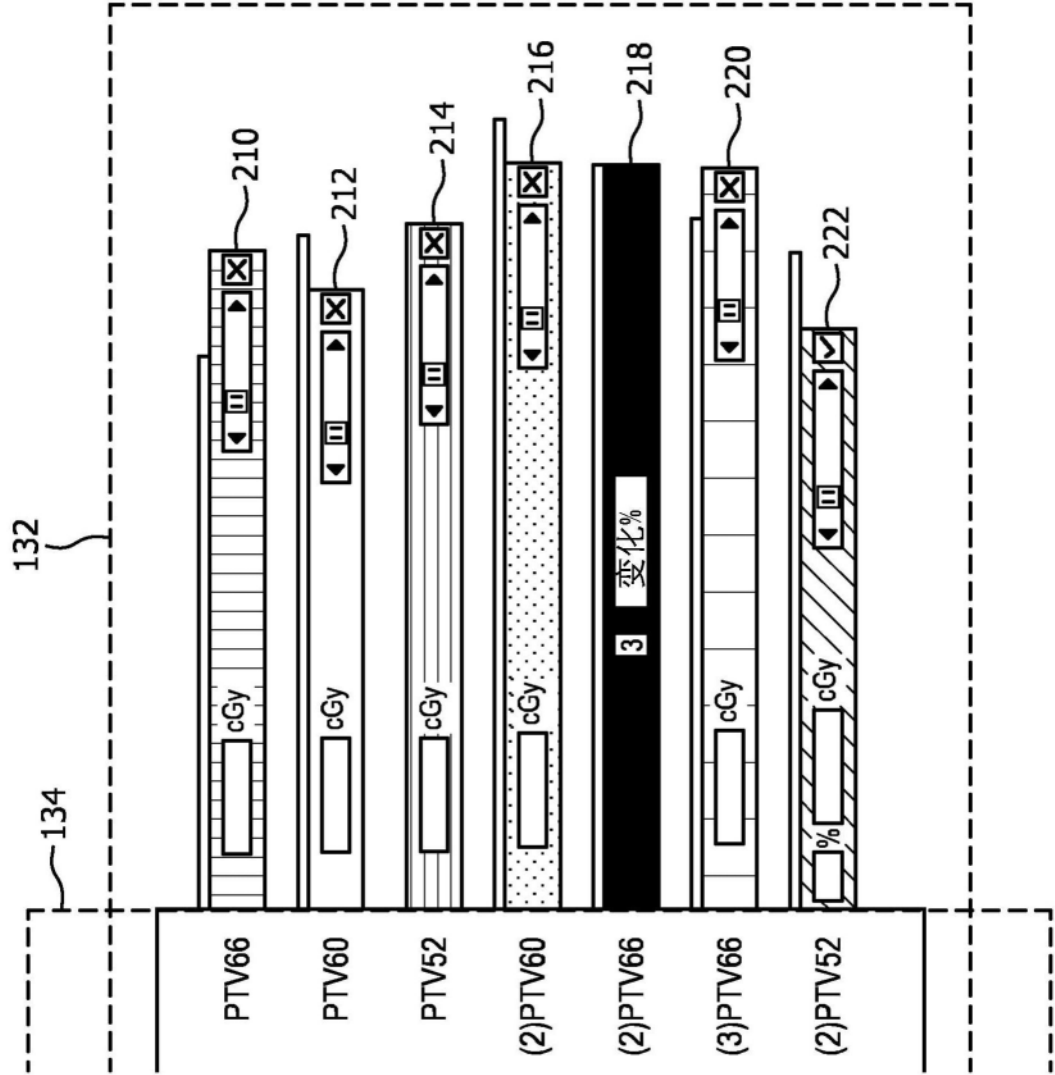


图2-II

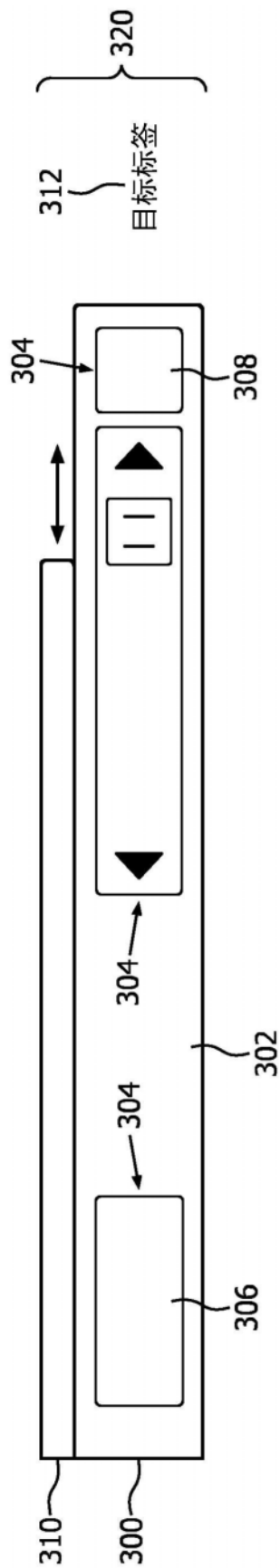


图3

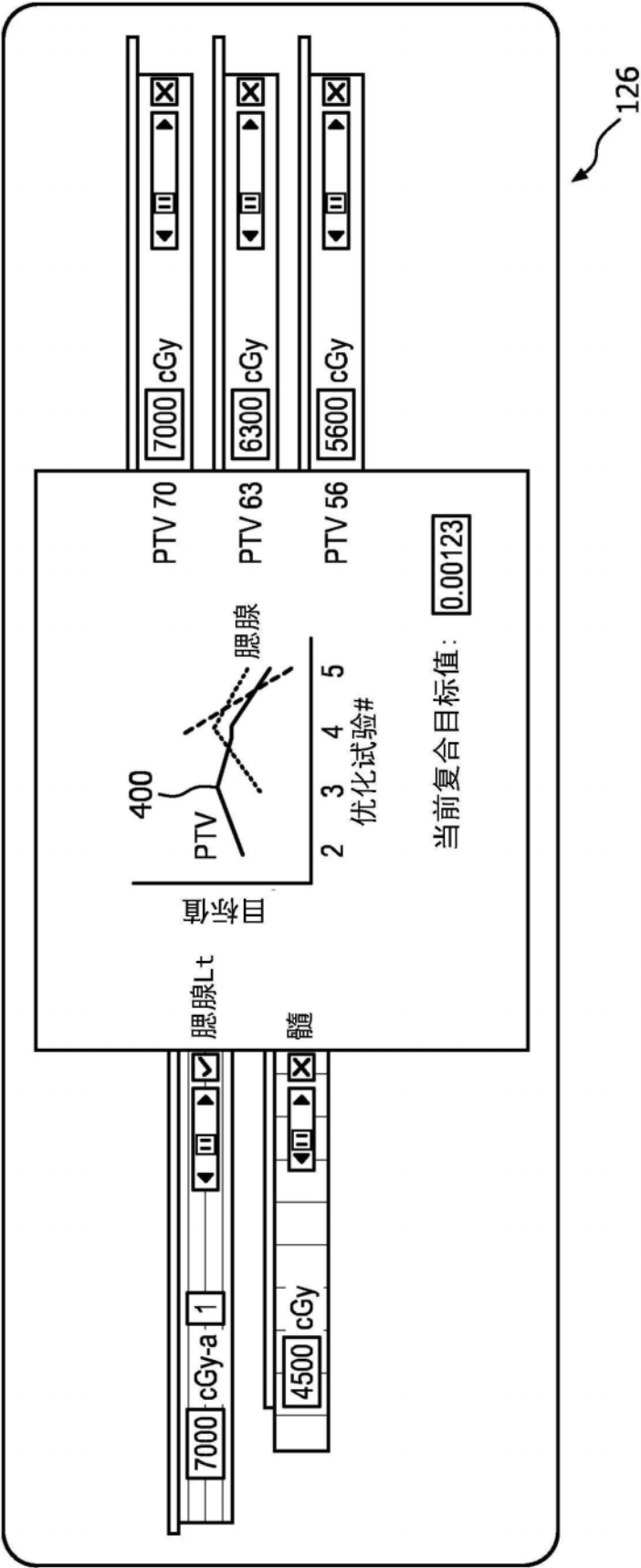


图4

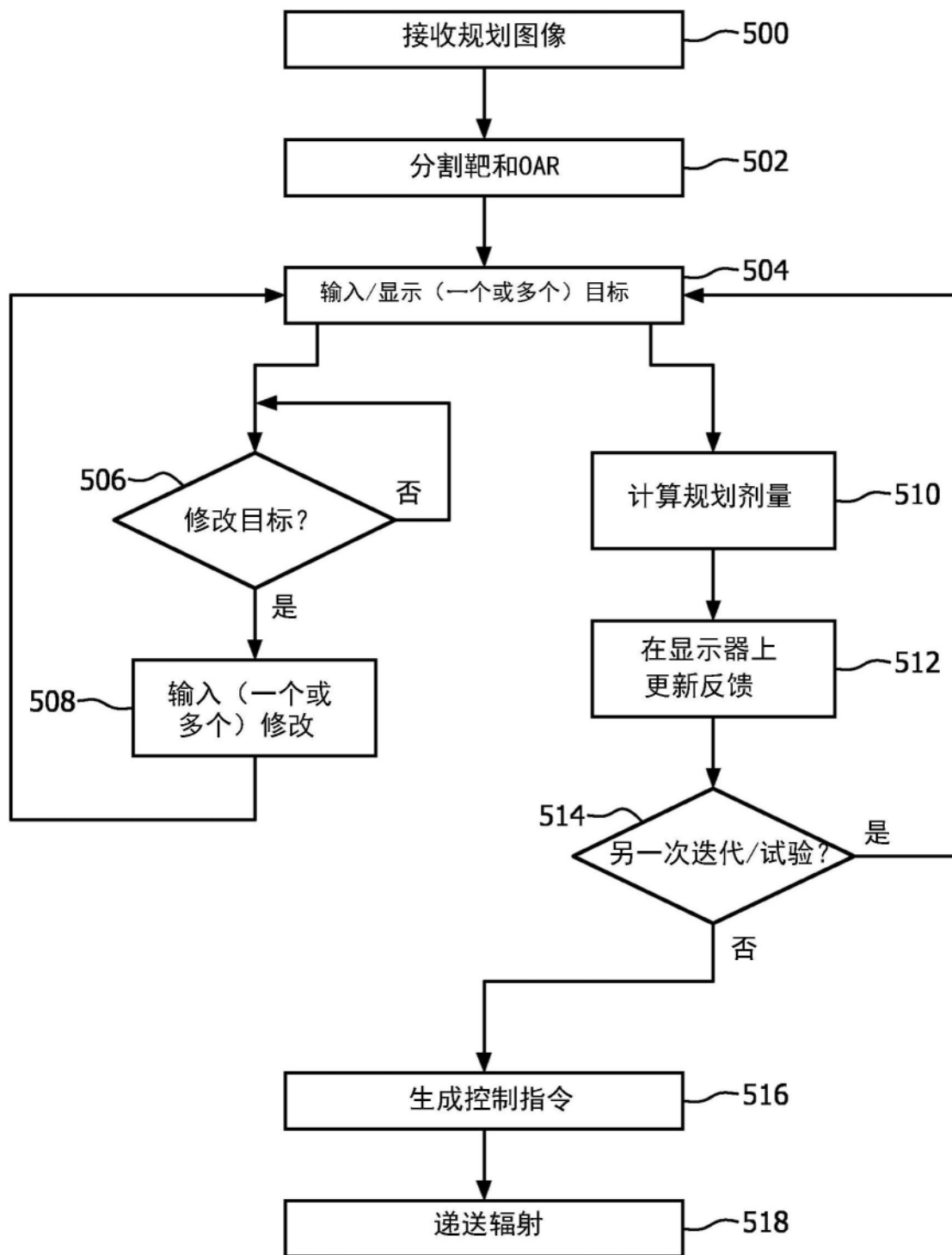


图5