



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103661963 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310664569. 3

(22) 申请日 2013. 09. 11

(30) 优先权数据

13/612689 2012. 09. 12 US

(71) 申请人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 R·W·伯根 D·佩皮通 B·威尔逊

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 蒋骏 马永利

(51) Int. Cl.

B64D 43/00(2006. 01)

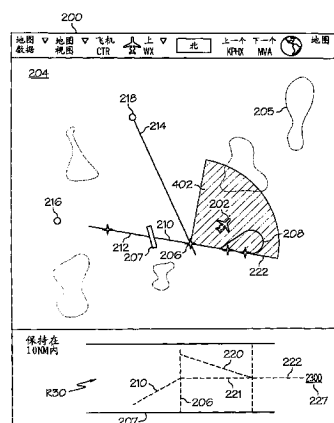
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

### (54) 发明名称

用于指示飞机是否在 IFR 程序转弯的距离和高度标准内的方法和系统

### (57) 摘要

用于指示飞机是否在 IFR 程序转弯的距离和高度标准内的方法和系统。提供了在执行程序转弯时,如果飞机低于最小高度或超过最大距离,则显示视觉可区分特性的方法和系统。在移动地图上显示程序转弯图标、指示飞机目前位置的飞机图标、地形/障碍物以及视觉可区分特性。



1. 一种用于在与飞机相关联的显示装置上指示所述飞机是否满足所定义的操纵标准的方法,所述方法包括:

在所述显示装置上显示与从导航点开始的程序转弯相关联的程序转弯符号的图形表示,所述程序转弯对应具有距导航点的最大距离标准,和最小高度标准;以及

通过如下方式提供警报:如果所述飞机的当前高度低于所述最小高度标准,则显示第一视觉可区分特性,以及如果距所述导航点的当前距离超过所述最大距离标准,则显示第二视觉可区分特性。

2. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括如果所述飞机即将低于所述最小高度标准,则显示第三视觉可区分特性,以及如果所述飞机即将超过所述最大距离标准,则显示第四视觉可区分特性。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述提供步骤包括修改与所述程序转弯相关联的地理区域的格式。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述提供步骤包括修改与所述程序转弯相关联的地理区域的周界的格式。

5. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括在所述显示装置上显示与所述飞机的瞬时位置相关联的移动地形图,其中与所述移动地形图重叠地显示所述程序转弯符号。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述导航点邻近着陆位置,并与所述着陆位置的进场路径相关联,其中所述方法进一步包括在所述显示装置上显示所述进场路径的图形表示。

7. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括如果所述飞机的所述当前高度小于所述最小高度标准,或所述飞机的所述当前距离超过所述最大距离,则提供声音警告。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述程序转弯定义地理区域,除了所述最大距离标准,所述地理区域还具有横向边界标准,进一步包括:

显示所述地理区域;以及

如果所述飞机超过所述横向边界标准,则通过显示第三视觉可区分特性来提供警报。

9. 一种用于在执行程序转弯期间通知机组人员飞机何时超过最小高度和最大距离的系统,包括:

飞行管理系统,被配置为:

存储包括用于所述程序转弯的所述最小高度和所述最大距离的数据;

确定所述飞机的所述当前位置和高度;以及

确定所述飞机是否低于所述最小高度值或超过所述最大距离;

显示装置,被配置为:

显示包括地形的移动地图;

在所述移动地图上显示在所述飞机的当前位置显示其的图标;

在所述移动地图上显示所述程序转弯的图标;

如果所述飞机低于所述最小高度值,则显示第一视觉可区分特性;以及

如果所述飞机超过所述最大高度值,则显示第二视觉可区分特性。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中:

所述飞行管理系统进一步被配置为:

考虑当前的飞行数据,确定所述飞机是否即将低于所述最小高度或超过所述最大距离;以及

所述显示装置进一步被配置为:

如果所述飞机即将低于所述最小高度,则显示第三视觉可区分特性,如果所述飞机即将超过所述最大距离,则显示第四视觉可区分特性。

11. 根据权利要求 9 所述的系统,其中所述显示装置进一步被配置为:

将与所述程序转弯相关联的地理区域的格式修改为所述第一视觉可区分特性。

12. 根据权利要求 9 所述的系统,其中所述显示装置进一步被配置为:

将与所述程序转弯相关联的地理区域的周界的格式修改为所述第二视觉可区分特性。

13. 根据权利要求 9 所述的系统,其中所述显示装置进一步被配置为:

如果所述飞机的所述当前高度小于所述最小高度,或所述飞机的所述当前距离超过所述最大距离,则提供声音警告。

## 用于指示飞机是否在 IFR 程序转弯的距离和高度标准内的 方法和系统

### 技术领域

[0001] 本文中描述的示例性实施例一般涉及航空电子系统,更特别地涉及飞行管理系统以及相关的驾驶舱显示器,所述驾驶舱显示器适于指示飞机是否满足与仪表进场程序相关联的仪表飞行规则(IFR)程序转弯的距离和高度标准。在 IFR 仪表进场程序中的程序转弯的目的是允许飞机在将其带有入站航线的飞行航迹对准降落跑道的同时转弯。

### 背景技术

[0002] 在航空中使用最小(最低)安全高度以指定高度水平,所述高度水平被认为在诸如程序转弯的特定飞行路径上是安全的,所述程序转弯是进入机场的仪表进场的一部分。一般地,最小安全高度是这样一种高度水平,其并入在特定地理区域内的障碍物和/或地形上方的安全缓冲区,所述地理区域靠近飞机在执行仪表进场时可能行进的航线。所述最小安全高度意在确保在飞行期间在障碍物和地形上方的放行许可。

[0003] 通常,基于由政府或监管机构提供的标准来确定所述最小安全高度。例如,在美国,联邦航空管理局在联邦航空条例中定义最小安全高度的标准。所述条例可以提供特定的安全缓冲区以确定程序转弯的最小安全高度,例如,在 4 海里的水平距离内的最高障碍物上方 1000 英尺的高度。通过使飞机飞行在最小安全高度处或在最小安全高度之上,飞行员遵从用于特别的程序转弯的地形和障碍物放行许可要求。

[0004] 许多仪表进场程序要求程序转弯(航线反转)以将飞机在发布的最终进场航线的位置和方向上处于是直线的。在执行航线反转或程序转弯时,在维持反转转弯的最小高度的同时,飞机被要求仍然在进场程序中某些导航定位点的规定距离内,通常是 10nm。

[0005] 为了根据仪表飞行规则(IFR)完成程序转弯,通常在相关联的导航参考点的程序转弯航空图上发布最小安全高度和最大安全距离。这些航空图作为印刷的过程或图表发布,也被称为进场图。

[0006] 出于多种原因建立受保护地区边界,诸如障碍物放行许可,噪声抑制或两者。该要求将飞机保持在地理地区中,所述地理地区已经被检查并且被已知为不包含可能威胁飞机的障碍物和地形,只要飞机高于所发布的最小高度,并停留在作为程序一部分发布的规定导航定位点的所发布里程内。

[0007] 飞行员决定使用当前导航辅助设备(GPS, DME)来建立飞机是否在受保护地区内。这通常要求飞行员监控飞机导航位置和距定位点的距离,所述定位点建立用于程序转弯的里程限制。取决于导航源(DME 或 GPS)和建立里程限制所根据的定位点,飞行程序转弯的任务可能成为相当复杂和高工作量的任务。例如,飞行员可能必须监控 GPS 单元上的不同页面,或可能必须调整第二 VOR/DME 以建立距导航定位点的适当距离,并确定飞机是否在受保护空域内。在专心于对进场的多个任务的同时,这个附加的工作量对于飞行员而言是繁重的。

[0008] 一般来说,飞行员必须维护这些印刷图表的副本,并在飞行期间利用适当的图表。

在标识适当的图表后,飞行员必须定位对应于用于程序转弯的飞机的预定飞行路径、对应最小安全高度和最大距离的合适的程序转弯,并接着将它与飞机的当前高度和距离相比以确定是否满足程序转弯的最小安全高度和最大安全距离标准。发布的图表定向为正北向上,常常需要飞行员基于当前飞机的航向手动旋转和定位所述图表以对其定向。此外,这些图表通常包括与给定的导航设施相关的各种其他信息,进一步混淆了所希望的最小安全高度和最大安全距离的信息。因此,使用和维护印刷图表是麻烦并且混乱的。

[0009] 因此,提供程序转弯空域的图形显示是所期望的,所述图形显示包括最小安全高度、距导航定位点的最大安全距离、在空域中飞机的当前位置,以及当靠近或超过最小安全高度和最大安全距离时的警报。此外,根据下面详细的描述和所附的权利要求书,结合附图以及前述技术领域和背景技术,示例性实施例的其所期望的特征和特性将变得明显。

## 发明内容

[0010] 提供了一种在执行程序转弯时显示飞机是否低于指定的高度水平和在指定的距离内的系统和方法。

[0011] 第一示例性实施例描述了一种用于在与飞机相关联的显示装置上指示飞机是否满足所定义的操纵标准的方法,所述方法包括:在显示装置上显示与从导航点开始的程序转弯相关联的程序转弯符号的图形表示,程序转弯对应具有距导航点的最大距离标准,以及最小高度标准;并且通过如下方式提供警报:如果飞机的当前高度低于最小高度标准,则显示第一视觉可区分特性,以及如果当前距导航点的距离超过最大距离标准,则显示第二视觉可区分特性。

[0012] 第三示例性实施例描述了一种用于在与飞机相关联的显示装置上指示飞机是否满足所定义的操纵标准的方法,所述方法包括:标识程序转弯;在显示装置上显示用于飞机的当前位置和程序转弯的符号;如果飞机的当前高度基于当前的飞行参数即将低于最小高度,或者低于最小高度时提供第一警报;如果距导航点的当前距离基于当前的飞行参数即将超过最大距离,或超过最大距离时提供第二警报;以及从显示符号的步骤开始进行重复。

[0013] 第四示例性实施例描述了一种用于在执行程序转弯期间通知机组人员飞机何时超过最小高度和最大距离的系统,包括:飞行管理系统,被配置为存储包括用于程序转弯的最小高度和最大距离的数据;确定飞机的当前位置和高度;并确定飞机是否低于最小高度值或超过最大距离;显示装置,被配置为显示包括地形的移动地图;在移动地图上显示飞机在其当前位置的图标;在移动地图上显示程序转弯的图标;如果飞机低于最小高度值,则显示第一视觉可区分特性;以及如果飞机超过最大高度值,则显示第二视觉可区分特性。

## 附图说明

[0014] 下面将结合以下附图来描述本发明,其中相同的附图标记表示相同的元件,以及

[0015] 图 1 是根据一个实施例的适合于在飞机中使用的显示系统的方框图;

[0016] 图 2 是适合于与图 1 的显示系统一起使用的示例性导航地图的示意图;

[0017] 图 3 是根据第一示例性实施例的适合于与图 1 的显示系统一起使用的示例性程序转弯显示过程的流程图;

[0018] 图 4 是图示第一警报的根据第一示例性实施例的导航地图的示意图；

[0019] 图 5 是图示第二警报的根据第一示例性实施例的导航地图的示意图；以及

[0020] 图 6 是根据第二示例性实施例的适合于与图 1 的显示系统一起使用的示例性程序转弯显示过程的流程图。

## 具体实施方式

[0021] 接下来的详细描述本质上仅仅是说明性的，并且不意在限制主题或申请的实施例以及这些实施例的使用。本文中描述的任何示例性实施方式都未必被解释为比其他实施方式更优选或更有利。此外，前述技术领域、背景技术和发明内容或接下来的具体实施方式中存在的任何明示或暗示的理论并不旨在进行划界。

[0022] 本文可以根据功能和 / 或逻辑模块部件，并参考可以由各种计算部件或装置执行的操作、处理任务和功能的符号表示，来描述技术和工艺。这样的操作、任务和功能有时被称为计算机执行的、计算机化的、软件实施的或计算机实施的。在实践中，一个或多个处理器装置可以通过操纵表示在系统存储器中的存储器位置处的数据位的电信号以及其他信号处理，来执行所述的操作、任务和功能。维持数据位所在的存储器位置是物理位置，所述物理位置具有对应于数据位的特别的电、磁、光或有机属性。应当理解的是，在附图中示出的各种模块部件可以通过任何数量的配置为执行特定功能的硬件、软件和 / 或固件部件来实现。例如，系统或部件的实施例可以采用各种集成电路部件，例如存储器元件、数字信号处理元件、逻辑元件、查找表等等，其可以在一个或多个微处理器或其他控制装置的控制下执行多种功能。

[0023] 为了简洁起见，本文不详细描述与图形和图像处理、导航、飞行计划、飞机控制、飞机数据通信系统以及特定系统和子系统（及其各个操作部件）的其他功能方面相关的常规技术。此外，本文包含的在不同附图中示出的连接线意在表示不同元件之间的示例性功能关系和 / 或物理耦合。应当注意的是，在主题的实施例中可以存在许多替换的或附加的功能关系或物理连接。

[0024] 下面的描述涉及“耦合”在一起的元件或节点或特征。如本文中使用的，除非另有明确规定，“耦合”是指一个元件 / 节点 / 特征直接地或间接地结合到另一个元件 / 节点 / 特征（或直接地或间接地与另一个元件 / 节点 / 特征通信），并不、一定是机械地。因此，虽然附图可以描述元件的一个示例性布置，但是在所描述主题的实施例中可以存在附加的中间元件、装置、特征或部件。此外，在下面的描述中还可以仅为了参考的目的而使用特定的术语，并因此不意在限制。

[0025] 本文中讨论的工艺和概念涉及飞行管理系统，所述飞行管理系统适于在与飞机相关联的显示装置上指示飞机是否在用于程序转弯的指定标准内。如果飞机低于指定的最小安全高度，或超过指定的距导航点的距离，则使用第一视觉可区分特性来显示程序转弯，所述第一视觉可区分特性指示不遵从标准。否则，如果飞机在指定的最小安全高度上方并在指定的距离内，则使用第二视觉可区分特性来显示扇区，所述第二视觉可区分特性指示遵从标准。

[0026] 当前本发明描述了用来在图表或移动地图显示器上图形地描绘程序转弯的受保护地区的方式。如由飞机符号表示的飞机位置将被叠加在移动地图显示器上，以使得飞行

员清楚飞机相对于程序反转转弯的高度和距离限制的边界在哪里被定位以及在哪里移动。飞行员不必监控里程,调整或监控附加的 GPS 或 DME 读数,而仅仅需要看着显示器以确定相对于受保护空域边界的位置。当飞机即将穿过受保护空域的横向或纵向限制时,受保护空域的描绘还将伴随有视觉警报。当算法预测飞机可能违反或已经违反受保护空域的纵向或横向边界时,算法被处理以向飞行员提供劝告警报信息。

[0027] 如果飞机即将穿过受保护空间的底部(在程序转弯或航线反转期间在 MSL 中的最小高度)时,可以向飞行员发出声音和视觉劝告。如果系统检测到飞行员将要穿过保护空间的底部时,则例如将发出视觉琥珀色警报。通过使用飞机的垂直下降率,显示器可以预测飞机何时即将穿过受保护空域的底部。算法基于例如下降率(以 fps 为单位的垂直速度)、启动恢复到带有例如最大 2.5g 上拉的水平飞行的时间以及机组人员的反应时间,来确定何时发出警报。一旦触发警报,受保护空域可以变色为琥珀色。

[0028] 如果系统检测到飞机将要穿过横向半径边界(飞机即将超过最大距离限制),同样可以发出类似的警报。在对于任何给定时间计算转弯半径时,算法可以考虑飞机的速度、机组人员的反应时间以及倾斜角和倾斜角速率。如果系统检测到飞机正在一个距离内逼近最大距离限制,在该距离处恢复标准速率转弯已不可能将飞机维持在最大距离内,可以发出警报。

[0029] 程序转弯的受保护地区呈现为几何图形,所述几何图形围住定义该区域以及从导航定位点开始的沿着且垂直于受保护侧的入站航线的位置方位线(radial)的导航定位点和在程序中指定的距离处的在其端点之间的弧线。还在相对于导航定位点的实际位置处示出所述飞机符号。

[0030] 图 1 描述了显示系统 100 的示例性实施例,其可以位于飞机 108 上。显示系统 100 的这个实施例可以包括但不限于:显示装置 102、导航系统 104 以及飞行管理系统 106(FMS)。所述显示系统 100 可以进一步包括用户接口 110,所述用户接口能够与显示系统 100 互动。所述显示系统 100 还包括数据库 112,所述数据库适合于被配置为如下面更详细地描述的支持显示系统 100 的操作。

[0031] 应该理解的是,为了解释和便于描述的目的,图 1 是显示系统 100 的简化表示,并且图 1 不意在以任何方式限制主题的应用或范围。在实践中,所述显示系统 100 和 / 或飞机 108 将包括用于提供附加功能和特征的许多其他装置和部件,如在本领域中理解的。

[0032] 在示例性实施例中,显示装置 102 耦合至飞行管理系统 106。飞行管理系统 106 耦合至导航系统 104,以获取关于飞机 108 操作的实时数据和 / 或信息。飞行管理系统 106 被配置为在显示装置 102 上显示、呈现或以其他方式传送与飞机 108 的操作相关联的一个或多个图形表示或图像,如下面更详细描述的。在根据一个或多个实施例中,飞行管理系统 106 被配置为在显示装置 102 上确定和指示对于接近所标识的导航参考点的程序转弯,飞机 108 是高于还是低于预定的最小安全高度水平,以及是未超过还是超过预定的距离。在这方面,用户接口 110 可以耦合至飞行管理系统 106,以允许飞行员和 / 或机组人员指示和 / 或标识所希望的导航参考点,如下面更详细描述的。

[0033] 在示例性实施例中,如理解的,显示装置 102 被实现为电子显示器,其被配置为在飞行管理系统 106 的控制下,图形显示飞行信息或与飞机 108 的操作相关联的其他数据。在示例性实施例中,显示装置 102 位于飞机 108 的驾驶舱内。将理解的是,尽管图 1 示出了

单个显示装置 102,在实践中,可以在飞机 108 上存在附加的显示装置。用户接口 110 还可以位于飞机 108 的驾驶舱内,并适于允许用户(例如飞行员、副驾驶员或机组人员)与飞行管理系统 106 相互作用,如下面更详细描述。在不同的实施例,用户接口 110 可以被实现为小键盘、触摸板、键盘、鼠标、触摸屏、操纵杆,或适于接收来自用户的输入的其他合适的装置。在示例性实施例中,用户接口 110 和飞行管理系统 106 协同地被配置为使用户能够指示和 / 或选择所期望的导航参考点,如下面描述的。

[0034] 显示器 102 被配置为向操作者提供增强的图像。根据示例性实施例,显示器 102 可以通过使用多种已知显示器中的任何一种来实现,所述已知显示器适合于以操作员可视的格式呈现文本、图形和 / 或图标信息。这样显示器的非限制性示例包括各种阴极射线管(CRT)显示器,以及诸如各种类型的 LCD(液晶显示器)和 TFT(薄膜晶体管)显示器的多种平板显示器。显示器 102 可以附加地被实施为面板安装显示器、HUD(平视显示器)投影、或许多已知技术中的任何一种。还需注意的是,显示器 102 可以被配置为各种类型的飞机驾驶舱显示器中的任何一种。例如,其可以被配置为多功能显示器、水平情况指示器或垂直情况指示器。但是在所描述的实施例中,显示器 102 被配置为主飞行显示器(PFD)。

[0035] 在操作中,显示装置 102 还被配置为处理当前主机飞机的飞行状态数据。在这方面,飞行状态数据源产生、测量和 / 或提供不同类型的数据,所述数据与主机飞机的操作状态、主机飞机进行操作所在的环境、飞行参数等等相关。在实践中,飞行状态数据源可以通过使用线路可更换单元(LRU)、换能器、加速度计、仪表、传感器和其他已知装置来实现。由飞行状态数据源提供的数据可以包括但不限于:空速数据;地速数据;高度数据;包括倾角数据和侧滚数据的姿态数据;偏航数据;诸如 GPS 数据的地理位置数据;时间 / 日期信息;航向信息;天气信息;飞行路径数据;航迹数据;雷达高度数据;几何高度数据;风速数据;风向数据等等。显示装置 102 适合地被设计为以本文中更详细描述的方式来处理从飞行状态数据源获得的数据。特别地,当渲染显示器时,显示装置 102 可以使用主机飞机的飞行状态数据。

[0036] 应该理解的是,虽然图 1 示出了在飞机 108 内的显示装置 102 和用户接口 110,但是在实践中,两者中的任意一个或者两者都可以位于飞机 108 的外面(例如在作为空中交通管制中心或其他指挥中心的一部分的地面上),并通过数据链路通信地耦合至飞行管理系统 106。例如,显示装置 102 和 / 或用户接口 110 可以通过使用无线电通信系统或另一个数据链路系统,诸如管制员 - 飞行员数据链路(CPDL)与飞行管理系统 106 通信。

[0037] 在示例性实施例中,导航系统 104 被配置为获得与飞机 108 的操作相关联的一个或多个导航参数。导航系统 104 可以被实现为全球定位系统(GPS)、惯性参考系统(IRS)或者基于无线电的导航系统(例如 VHF 全向信标(VOR)或长距离辅助导航(LORAN)),并且可以包括适合地配置为支持导航系统 104 操作的一个或多个传感器,如本领域中可以理解的。在这方面,可以理解的是,导航系统 104 可以与一个或多个助航设备通信。在示例性实施例中,导航系统 104 能够获得和 / 或确定飞机 108 的当前位置(例如纬度和经度),和飞机 108 的航向(即,飞机相对于某个参考的行进方向),并提供这些导航参数到飞行管理系统 106。

[0038] 在示例性实施例中,飞行管理系统 106(或者替换的飞行管理计算机)位于飞机 108 上。虽然图 1 是显示系统 100 的简化表示,但是在实践中,飞行管理系统 106 可以耦合

至以常规方式支持导航、飞行计划和其它飞机控制功能所必要的一个或多个附加的模块或部件。在示例性实施例中,飞行管理系统 106 被配置为获得和 / 或确定飞机 108 的瞬时高度。此外,如下面描述的,飞行管理系统 106 可以包括或以其他方式访问地形数据库或其他导航信息,以在显示装置 102 上呈现导航地图。在本领域中理解的是,导航地图可以基于一个或多个剖面图、地形图、数字地图或任何其他适合的商用或军用数据库或地图。

[0039] 在示例性实施例中,飞行管理系统 106 访问或包括数据库 112,所述数据库 112 包含用于多个已知程序转弯的指定的最小安全高度和最大安全距离信息。导航参考点可以包括助航设备,诸如 VHF 全向信标 (VOR),距离测量设备 (DME),战术空中助航设备 (TACAN),以及他们的组合 (例如 VORTAC)。如本文中使用的,本文中使用的“导航参考点”及其变型应当被理解为包括位置定位点,诸如起始进场定位点 (IAF) 和最终进场定位点 (FAF) 和其他在区域导航中使用的导航参考点 (RNAV)。在示例性实施例中,导航参考点位于着陆位置 (例如机场) 附近。在这方面,着陆位置和 / 或导航参考点可以具有一个或多个相关联的进场,其中可以在用于导航参考点的发布图表或进场图上显示指定的最小安全高度。在示例性实施例中,对于每个导航参考点,数据库 112 维持关于与导航参考点相关联的程序转弯的信息,以及用于每个程序转弯的指定的最小安全高度和指定的最大安全距离。例如,对于每个程序转弯,数据库 112 可以维持一个或多个方位、距离或半径以及用于扇区的指定的最小安全高度,所述方位定义扇区的角度边界,所述距离或半径定义扇区距导航参考点的径向范围。

[0040] 现在参考图 2,并继续参考图 1,飞机管理系统 106 被配置为控制在显示装置 102 上图形显示的导航地图 200 的呈现。飞行管理系统还可以被配置为在地图 200 上呈现飞机 202 的图形表示,可以将其重叠或呈现在背景 204 的顶部。如将理解的是,背景 204 可以是在飞机 202 的给定距离内的地形、拓扑或其它适合的项目或兴趣点 205 的图形表示,所述背景可以由飞行管理系统 106 维持在地形数据库或导航数据库中。如下面更详细描述,飞行管理系统 106 还可以与背景 204 重叠地呈现所标识的导航参考点 206 的图形表示,以及与所标识的导航参考点 206 相关联的程序转弯符号 208 和从助航设备 216 开始的径向线 222。在示例性实施例中,导航参考点 206 邻近具有进场路径 210 的着陆位置 207 (例如机场、跑道、简易跑道) 而定位,并例如可以通过分别从助航设备 216, 218 开始的径向线 212, 214 来确定。如将理解的是,飞行管理系统 106 可以被配置为在导航地图 200 上呈现或显示着陆位置 207 和相关联的进场路径 210 的图形表示。

[0041] 尽管图 2 描绘了导航地图 200 的顶视图 (例如从飞机 202 的上方),在实践中,替换的实施例可以利用不同的透视图,例如侧视图、三维视图 (例如三维合成视觉显示)、有角度的或倾斜视图等等。此外,在一些实施例中,与飞机被定位在地图 200 上的固定位置相反,飞机 202 优选地被示出为在地图 200 上行进,通常被称为移动地图,并且图 2 并不以任何方式限制主题的范围。

[0042] 在示例性实施例中,地图 200 与飞机的移动相关联,并且背景 204 随着飞机行进而刷新或更新,使得以如下方式将飞机 202 的图形表示定位在背景 204 上,所述方式准确地反映飞机 202 相对于地球的瞬时 (或基本上实时) 的真实世界的定位。根据一个实施例,更新或刷新地图 200,使得它以飞机 202 为中心和 / 或对准飞机 202。虽然图 2 中示出的导航地图 200 定向为正北向上 (即,在地图 200 上向上移动对应于向北行进),如下面描述的,在

其他实施例中,导航地图 200 可以定向为航迹向上或航向向上,即,对准使得飞机 202 始终在向上的方向上行进,并且相应地调整背景 202。

[0043] 可选择地,可以在导航地图 200 上显示侧视图 230,包括导航参考点 206、着陆位置 207、进场路径 210、横向限制(最大安全距离)220 以及最小高度 227(在这个实施例中为 2300 英尺)。通过线 220, 221 来表示飞机的预期路径。

[0044] 现在参考图 36,在示例性实施例中,显示系统 100 可以被配置为执行程序转弯显示过程 300, 600 以及如下面描述的附加的任务、功能和操作。可以通过软件、硬件、固件或任意其组合来执行各种任务。为了说明的目的,接下来的描述可以参考上面与图 1 和图 2 一起提到的元件。在实践中,可以通过所述系统的不同元件来执行任务、功能和操作,诸如显示装置 102、导航系统 104、(飞行管理系统 106、用户接口 110 或数据库 112)。应当理解的是,可以包括任何数量的附加或替换的任务,并可以将其合并到具有在本文没有详细描述 of 附加功能的更全面的程序或过程中。此外,只要预期的整体功能保持完整,可以从过程 300, 600 的实施例中省略在图 3 和图 6 中示出的一个或多个任务。

[0045] 再次参考附图 3 和 6,并继续参考图 1 和图 2,可以执行程序转弯显示过程 300, 600 以指示对于与导航参考点相关联的程序转弯,飞机是否低于最小安全高度以及在最大距离内。在示例性实施例中,程序转弯显示过程 300, 600 可以通过标识 302, 602 导航参考点来进行初始化。根据一个实施例,可以由用户(例如飞行员或空中交通管制员)来标识导航参考点。例如,用户可以通过用户接口 110 指定或选择目的地机场和/或着陆位置。在示例性实施例中,机场和/或着陆位置具有指定的 IFR 进场程序,所述 IFR 进场程序包括程序转弯。响应于用户的输入,飞行管理系统可以标识与所标识的机场和/或着陆位置相关联的导航参考点,其用来定义逼近机场和/或着陆位置的程序转弯。可替换地,飞行管理系统可以自动地标识导航参考点。例如,飞行管理系统可以基于预先输入到飞行计划中的飞机和/或着陆位置来标识导航参考点。可替换地,飞行管理系统可以访问数据库(例如数据库 112),并确定离飞机当前位置最近的导航参考点。

[0046] 现在参考图 2,并继续参考图 1,图 3 和图 6,通过举例的方式,飞行管理系统 106 可以将导航参考点 206 标识为所标识的导航参考点。在标识导航参考点 206 后,飞行管理系统 106 获得与导航参考点 206 相关联的相关数据(最小高度、最大距离、转弯方向、在程序转弯执行期间用于飞机操作的区域)。可以基于程序转弯 208 附近的地理区域内的真实世界的地形和/或障碍物来确定最小高度标准,以及可以调整最小高度标准以并入安全缓冲区,例如可以由政府和/或监管机构或航空公司/运营商提出的条例来规定所述安全缓冲区。

[0047] 在示例性实施例中,程序转弯显示过程 300, 600 通过显示 304, 604 当前飞机位置的图形表示、与所标识的导航参考点 206 相关联的程序转弯符号 208、最小高度 227 和最大距离 225 而继续。

[0048] 在示例性实施例中,与导航地图 200 的地形背景 204 重叠地显示程序转弯 208。程序转弯 208 可以具有初始或默认的显示状态(例如没有视觉效果,没有明显可区分的可视特性,等)。虽然在图 2 中的程序转弯内显示文本,所述文本传送程序转弯 208 的各自的最小高度 227 和最大距离 225,但是在替换的实施例中,各自的最小高度和最大距离可以在程序转弯外部显示或完全省略。根据图 2 图示的实施例,程序转弯 208 优选地在导航地图

200 的中心显示。如图 2 所示,程序转弯 208 以靠近导航参考点 206 的方式对准导航参考点 214。例如,如图 2 所示,在如下位置处将飞机 216 的图形表示显示在地理区域 223 内,所述位置与飞机 202 相对于导航参考点 206 的真实世界的位置相关。在示例性实施例中,显示和 / 或定位飞机 216 使得其反映飞机的瞬时航向。此外,虽然将程序转弯 208 示出为“水滴状”,但是它可以采取多个图形表示中的任意一个,包括常用的“鱼钩状”(未示出)。

[0049] 现在参考图 3 和图 6,并继续参考图 1 和图 2,程序转弯 300,600 可以被配置为在正北向上模式或航迹向上模式下操作。图 2 描绘了在正北向上模式下的导航地图 200,然而可以描绘在航迹向上模式下的导航地图 200。如图 2 所示,在正北向上模式中,对程序转弯 208 进行定向,使得向上方向对应于北。飞机 216 以反映了飞机相对于北的当前航向的方式进行定向。

[0050] 在图 3 的示例性实施例中,程序转弯显示过程 300 通过比较 306 飞机 202 的当前高度和所标识的程序转弯 208 的最小高度值 227 而继续。如果飞机的当前高度低于最小高度标准,那么高度扇区显示过程 300 通过使用第一视觉可区分特性显示程序转弯来提供警报 308,选择所述第一视觉可区分特性来指示飞机低于所标识扇区的指定高度水平。图 4 图显示了地理区域 402 是交叉阴影线,虽然视觉可区分特性可以通过使用如下的一个或多个来实现:颜色、色彩、色调、亮度、图形描绘的纹理或图案、对比度、透明度、不透明度、动画(例如频闪、抖动或闪烁)和 / 或其他图形效果。在优选实施例中,地理区域 402 可以包括颜色,例如琥珀色。在示例性实施例中,视觉可区分特性用来突出显示或将用户的注意力集中在低于最小高度上。例如,再次参考附图 4,如果飞机低于 2300 英尺,地理区域 402 可以通过对地理区域 402 的内部加阴影和 / 或填充来显示,所述阴影和 / 或填充使用琥珀色、黄色或为警告飞行员飞机低于程序转弯的指定的最小安全高度所设计的另一颜色。在其它实施例中,地理区域 402 的内部可以用相对于导航地图 200 上显示的剩余图像的另一个视觉可区分特性(亮度、对比度、色调、透明度、不透明度)来显示。类似地,地理区域 402 的内部可以通过使用可区分的动画或其他图形效果来突出显示,以报警用户没有遵从最小高度水平。可替换地且例如,可以将视觉可区分特性应用于所标识的地理区域 402 的轮廓、与地理区域 402 相关联的文本、或飞机 202 的图像。在一些实施例中,程序转弯显示过程 300 还可以提供声音警告以通知飞行员飞机低于程序转弯的指定的最小安全高度。

[0051] 以类似的方式,程序转弯显示过程 300 通过比较 310 飞机 202 的当前高度和所标识的程序转弯 208 的最大距离值 225 而继续。如果飞机 202 的当前距离大于最大距离值 225 标准,那么程序转弯显示过程 300 通过使用第一视觉可区分特性显示程序转弯来提供警报 312,选择所述第一视觉可区分特性来指示飞机超过所标识的程序转弯的指定距离。指示当前距离超过最大距离的视觉可区分特性可以如针对(上面针对步骤 308 所讨论的)视觉可区分特性所描述的那样;然而,第一视觉可区分特性优选地将用于低于最小高度,并且第二视觉可区分特性将用于超过最大距离。例如,参考图 5,如果飞机超过最大距离,或者违反横向边界 503,505,则横向边界 502,503,505 可以通过对横向边界 502 的内部加阴影和 / 或填充来显示,所述加阴影和 / 或填充使用琥珀色、黄色或为警告飞行员飞机低于程序转弯的指定的最小安全高度或超过程序转弯的横向边界 503,505 所设计的另一颜色。在其它实施例中,横向边界 502,503,505 的内部可以用相对于导航地图 200 上显示的剩余图像的另一个视觉可区分特性(亮度、对比度、色调、透明度、不透明度)来显示。类似地,横向边

界 502, 503, 505 的内部可以通过使用可区分动画或其他图形效果来突出显示,以警报用户没有遵从最小高度水平。可替换地且例如,可以将视觉可区分特性应用于所标识的横向边界 502, 503, 505 的轮廓、与地理区域 502, 503, 505 相关联的文本、或飞机 202 的图像。在一些实施例中,程序转弯显示过程 300 还可以提供声音警告以通知飞行员飞机低于程序转弯的指定的最小安全高度。优选地,横向边界 502 的内径 504 表示距与程序转弯 208 相关联的导航点 206 的最大距离。

[0052] 再次注意的是,可以使用第一和第二不同的警报:第一警报用于下降到最小高度之下,以及第二警报用于超过最大距离。

[0053] 在示例性实施例中,在飞机的操作期间,如所期望的重复由任务 304、306、308、310、312 定义的循环。例如,只要飞机在执行程序转弯,程序转弯显示过程 300 可以不断地刷新。

[0054] 在图 6 的第二示例性实施例中,程序转弯显示过程 600 通过确定 606 飞机 202 的当前高度是否将减小到所标识的程序转弯 208 的最小高度值 227 之下。这个确定 606 由算法来做出,所述算法考虑例如下降率(以 fps 为单位的垂直速度)、启动恢复到带有例如最大 2.5g 上拉的水平飞行的时间以及机组人员的反应时间。如果算法确定飞机的高度将要低于最小高度标准,则高度扇区显示过程 600 通过使用第一视觉可区分特性显示程序转弯来提供警报 608,选择所述第一视觉可区分特性来指示飞机低于程序转弯的指定的高度水平。指示当前距离将超过最大距离的视觉可区分特性可以如针对(上面针对步骤 308 所讨论的)视觉可区分特性所描述的那样。同样地,在一些实施例中,程序转弯显示过程 600 还可以提供声音警告以通知飞行员飞机即将低于程序转弯的指定的最小安全高度。

[0055] 以类似的方式,程序转弯显示过程 600 通过基于当前的飞行参数确定 610 飞机 202 的距离是否将超过所标识的程序转弯 208 的最大距离值 225 而继续。如果飞机 202 的距离将要超过最大距离值 225 标准,则程序转弯显示过程 600 通过使用第一视觉可区分特性显示程序转弯来提供警报 612,选择所述第一视觉可区分特性来指示飞机超过所标识的程序转弯的指定的距离。指示当前距离超过最大距离的视觉可区分特性可以如针对(上面针对步骤 312 所讨论的)视觉可区分特性所描述的那样。同样地,在一些实施例中,程序转弯显示过程 600 还可以提供声音警告以通知飞行员飞机低于程序转弯的指定的最小安全高度。

[0056] 还应该注意的是,可以使用第一和第二不同的警报:第一警报用于确定飞机将低于最小高度,以及第二警报用于确定飞机将超过最大距离。此外,用于“低于”和“即将低于”最小高度的警报优选地可以包括两种不同类型的警报,并且用于“超过”和“即将超过”最大高度的警报优选地可以包括两种不同类型的警报。

[0057] 在示例性实施例中,在飞机的操作期间,如所期望的重复由任务 604、606、608、610、612、614、616、618、620 定义的循环。例如,只要飞机在执行程序转弯,程序转弯显示过程 600 可以不断地刷新。

[0058] 简要总结,上面描述的方法和系统允许用户(诸如飞行员或机组人员)快速地标识和识别飞机是否低于或即将飞行得低于指定的最小安全高度,以及飞机是否超出或飞行得即将超出程序转弯的最大距离。在不需要使用纸质图表或基于飞机的当前航向手动地定向程序转弯的情况下,可以快速地和可靠地确定这个信息。程序转弯可以与导航地图重叠地在地图的主要部分中显示或向侧面显示,并且可以如所希望的进行定向以向用户提供更

大的态势感知。

[0059] 虽然在前述详细描述中已经提出至少一个示例性实施例,但应该理解的是,存在大量的变型。还应该理解的是,一个或多个示例性实施例仅仅是示例,并不意在以任何方式限制本发明的范围、适用性或配置。相反,前述详细描述将为本领域技术人员提供用于实施本发明的示例性实施例的方便路线图,所理解的是,在不脱离如所附的权利要求阐述的本发明的范围的情况下,可以对示例性实施例中描述的元件的功能和布置做出各种改变。

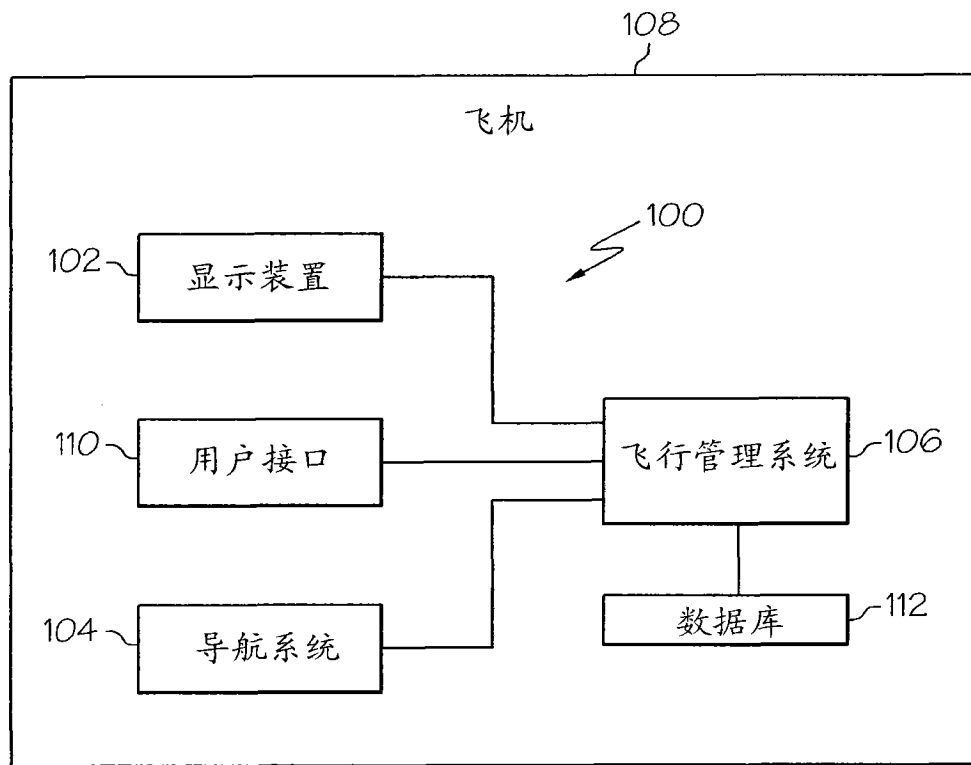


图 1

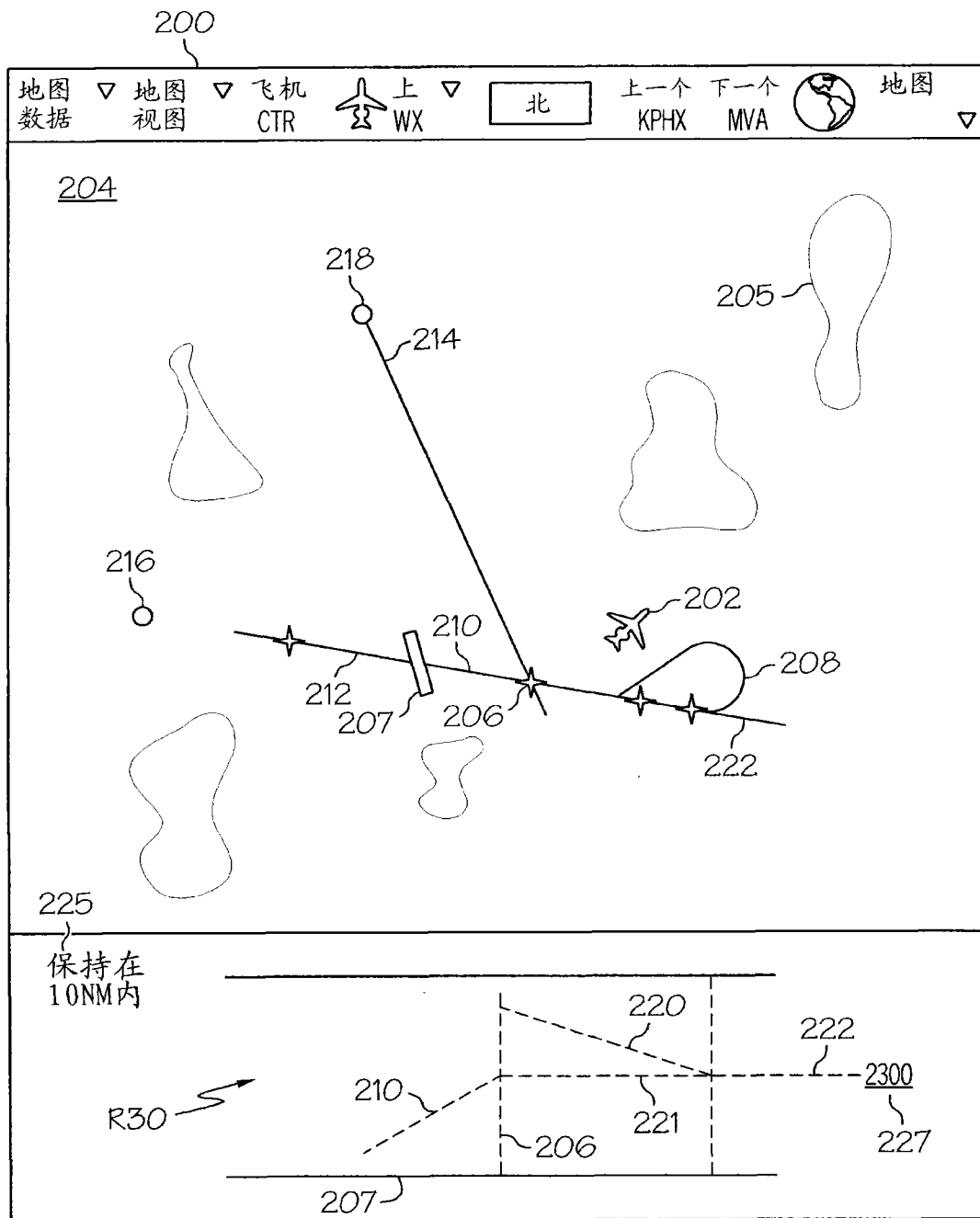


图 2

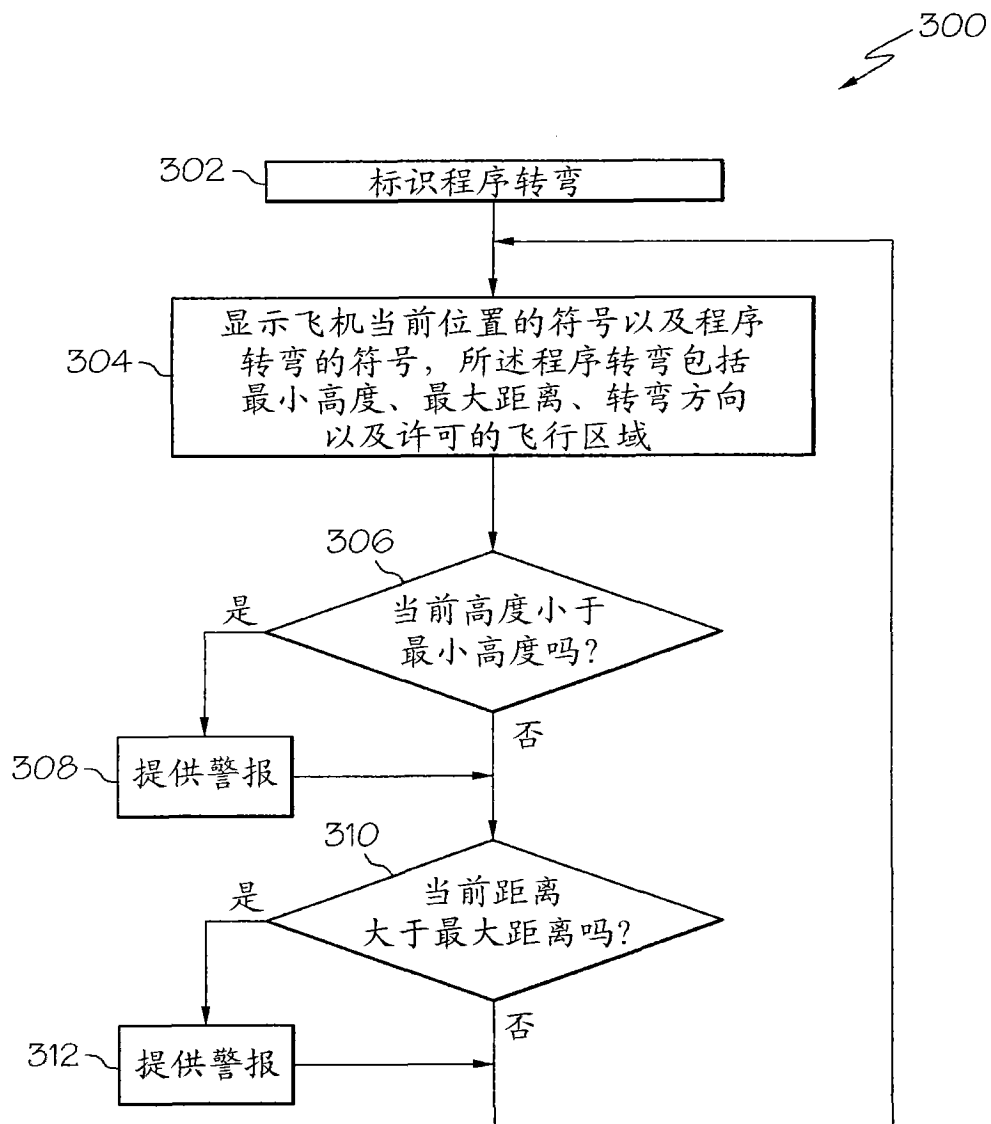


图 3

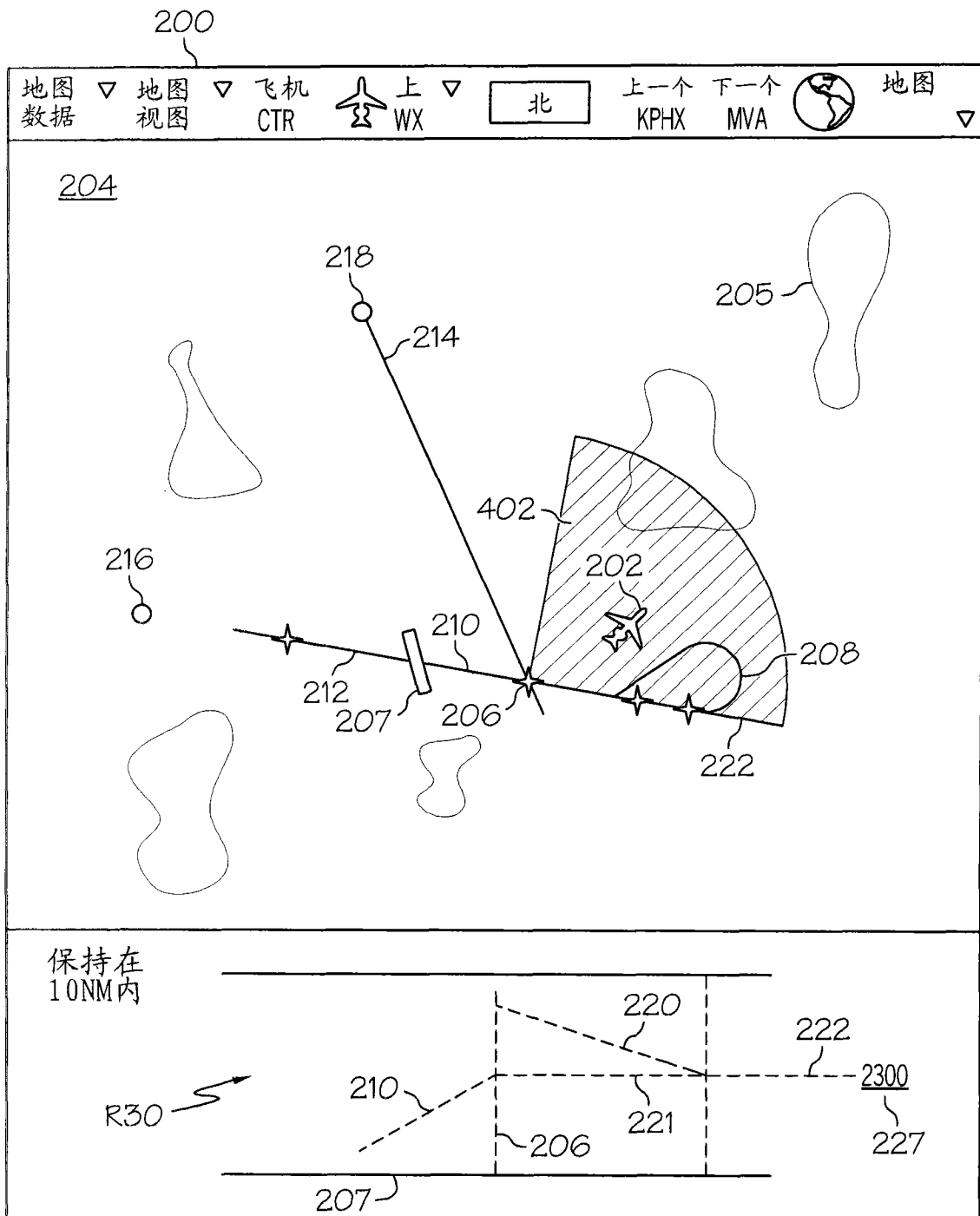


图 4

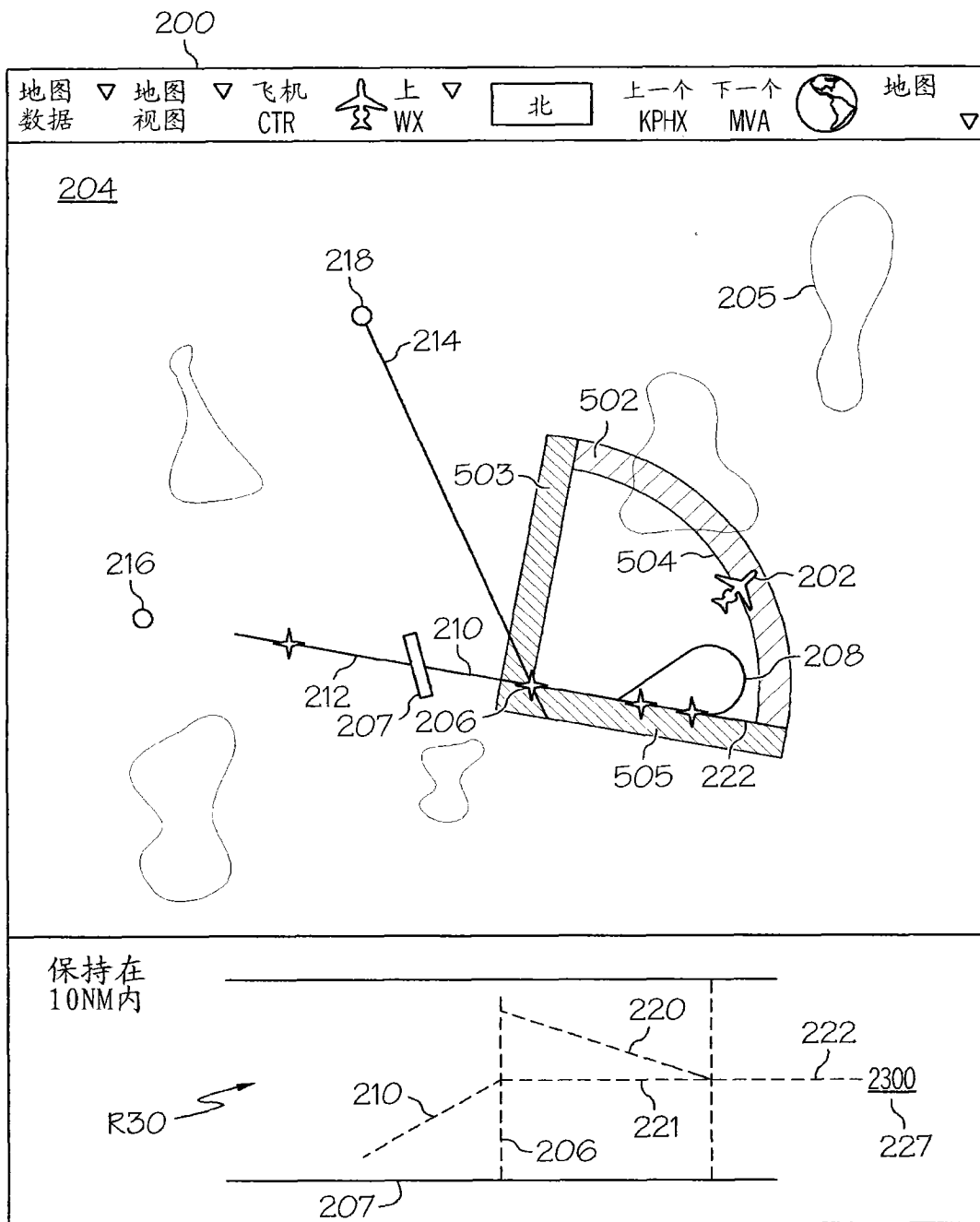


图 5

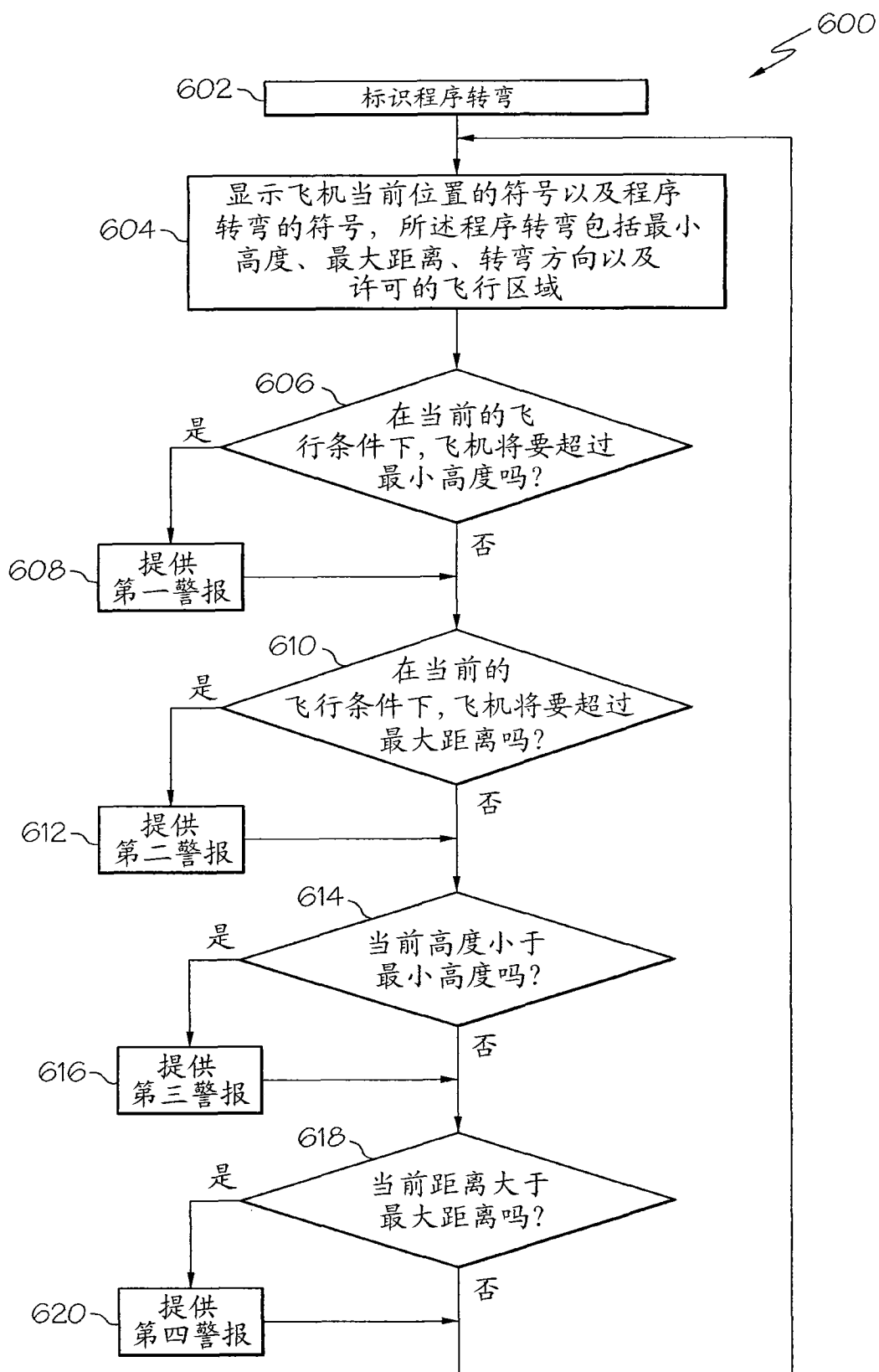


图 6