



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102126560 A

(43) 申请公布日 2011.07.20

(21) 申请号 201010535313.9

(22) 申请日 2010.08.31

(30) 优先权数据

12/550,878 2009.08.31 US

(71) 申请人 埃姆普里萨有限公司

地址 巴西圣若泽-杜斯坎普斯

申请人 普拉特 & 惠特尼加拿大公司

(72) 发明人 多明戈斯·坎迪多·翁·拉莫斯

阿历克斯·桑德尔·费雷拉·达·席  
尔瓦

塞尔索·瓦莱里奥·巴斯托斯·卡萨  
格兰德

萨尔瓦托雷·卡兰德拉 基思·摩根

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 关兆辉 谢丽娜

(51) Int. Cl.

B64D 31/08 (2006.01)

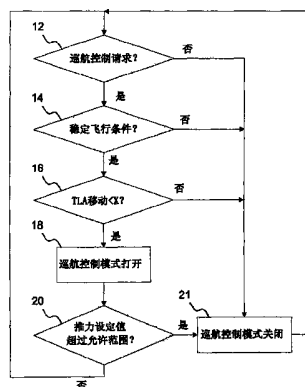
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

飞行器巡航速度控制

(57) 摘要

本发明涉及飞行器巡航速度控制系统和方法。本发明通过限制系统运行的条件提供了一种对于被集成在飞行器自动驾驶系统中的自动油门的替换方案。本发明所提议的系统从自动驾驶系统中移除了自动油门功能,并且将它直接交给了全权限数字发动机控制 (FADEC)。巡航控制模式只有在处于稳定飞行条件下才提供给飞行员。



1. 一种用于控制发动机推进的飞行器的飞行速度的方法,该方法包括:  
在计算机控制系统中:  
接收用于接入发动机巡航控制运行模式的巡航控制请求信号;  
接收飞行稳定性条件信号,该信号指示出是否满足飞行稳定性条件,其中当飞行器处在稳定的飞行轨迹中以及处在飞行高度转变和最后的进场阶段中的一个中时,所述飞行稳定性条件被满足;  
一接收到巡航控制请求信号并且当飞行稳定性条件被满足时,就激活巡航控制模式;  
接收指示飞行速度的飞行速度信号;以及  
在所述巡航控制模式中,根据飞行速度信号在给定的范围内自动地仅调整发动机的推力设定值,以维持所述飞行稳定性条件。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中调整推力设定值的步骤包括:在飞行器的发动机控制系统内调整发动机速度(N1)信号的步骤。
3. 根据权利要求2所述的方法,进一步包括当飞行稳定性条件不再满足时,使巡航控制模式失效,并且其中失效的步骤包括平滑地将任何N1信号调整逐渐减小到零。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中如果由于功能上的故障或者由于所接收到的飞行员脱离请求而发生脱离,则所述调整在2秒之内线性地逐渐减小。
5. 根据权利要求3所述的方法,其中当至少一个稳定性标准不再满足时推力杆角度处于移动中,并且其中失效的步骤包括在推力杆角度处于移动中时保持任何N1的调整基本恒定,并且然后一旦推力杆角度移动基本上停止,则将任何N1信号的调整逐渐减小到零。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述飞行器具有多个原动机发动机,所述方法进一步包括在当一个发动机不工作时进入到OEI模式,其中在所述模式中,对于剩余的多个发动机增加所述推力设定值给定范围。
7. 根据权利要求6所述的方法,进一步包括接收OEI信号,所述OEI信号指示出所述发动机不工作,并且其中一接收到OEI信号就自动地进入所述OEI模式。
8. 一种用于控制发动机推动的飞行器的飞行速度的飞行速度控制系统,该系统包括:  
第一输入,用于接收用以接入发动机巡航控制运行模式的巡航控制请求信号;  
第二输入,用于接收飞行稳定性条件信号,该飞行稳定性条件信号指示出是否满足飞行稳定性条件,其中当飞行器处在稳定的飞行轨迹中以及处在飞行高度转变和最后的进场阶段中的一个中时,所述飞行稳定性条件被满足;  
逻辑电路,用于一接收到巡航控制请求信号并且当飞行稳定性条件被满足时,就激活巡航控制模式;  
第三输入,用于接收指示出飞行速度的飞行速度信号;以及  
发动机控制器,在巡航控制模式中被配置为,在处于巡航控制模式中时,根据飞行速度信号在给定的范围内仅调整发动机的推力设定值,以维持飞行稳定性条件。
9. 根据权利要求8所述的飞行速度控制系统,其中所述逻辑电路包括用于在发动机控制器中调整发动机速度(N1)信号的装置。
10. 根据权利要求8所述的飞行速度控制系统,其中所述飞行器具有多个原动机发动机,所述系统进一步包括用于接收一个发动机不工作信号的第四输入,并且其中一接收到这样的信号,就将所述发动机控制器配置为:对剩余的多个发动机增加所述推力设定值给

定范围。

## 飞行器巡航速度控制

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是 2006 年 12 月 22 日提出的美国专利申请 NO. 11/615, 038 的部分继续申请,其说明书在此通过引用一并纳入本申请。

### 技术领域

[0003] 本申请总体上涉及飞行器控制系统,并且更具体地,涉及控制飞行器飞行速度。

### 背景技术

[0004] 全权限数字发动机控制 (FADEC) 是一种用于控制飞行器发动机性能的电子系统。除其他之外,FADEC 接收来自于油门杆或者自动驾驶系统的信号,数字化地计算并且精确地控制给发动机的燃料流率,以提供精确的推力。

[0005] 自动驾驶系统通常在飞行的起飞、上升、平进、下降、进场以及着陆阶段自动化飞行器的操纵。典型的自动驾驶系统包括用于控制飞行器速度的自动油门。自动驾驶系统是复杂且昂贵的,并且要符合非常高的可靠性标准,这是因为故障可能影响安全。

[0006] 因此,存在对于具有降低复杂性的飞行器控制系统的需求。

### 发明内容

[0007] 在本发明的一个方面中,提供了一种用于控制发动机推进的飞行器的飞行速度的方法。该方法可以被计算机控制系统实施,诸如包括 FADEC 的飞行控制系统。在各种实施方式中,这种方法包括接收用于接入发动机巡航控制运行模式的巡航控制请求信号;接收飞行稳定性条件信号,该信号指示出飞行稳定性条件是否被满足,其中当飞行器处在稳定的飞行轨迹中以及处在飞行高度转变和最后的进场阶段中的一个中时,飞行稳定性条件被满足;在一接收到巡航控制请求信号并且当飞行稳定性条件被满足时,就激活巡航控制模式;接收指示出飞行速度的飞行速度信号;以及在巡航控制模式中,自动地根据飞行速度信号在给定的范围内仅调整发动机的推力设定值,以维持飞行稳定性条件。

[0008] 在本发明的另一个方面中,提供了一种用于控制发动机推动的飞行器的飞行速度的飞行速度控制系统。在各种实施方式中,这种系统包括用于接收用于接入发动机巡航控制运行模式的巡航控制请求信号的第一输入;用于接收飞行稳定性条件信号的第二输入,该信号指示出飞行稳定性条件是否被满足,其中当飞行器处在稳定的飞行轨迹中以及处在飞行高度转变和最后的进场阶段中的一个中时,飞行稳定性条件被满足;用于在一接收到巡航控制请求信号并且当飞行稳定性条件被满足时就激活巡航控制模式的逻辑电路;用于接收指示出飞行速度的飞行速度信号的第三输入;以及在巡航控制模式中被配置为,在巡航控制模式中,根据飞行速度信号在给定的范围内仅调整发动机的推力设定值以维持飞行稳定性条件的发动机控制器。

[0009] 本发明的这些以及其他的方面的更多细节从下文中的详细说明和附图中将显而易见。

## 附图说明

[0010] 现在参照附图,其中:

[0011] 图 1 是描述了根据本发明的一个实施方式的巡航控制逻辑的流程图;

[0012] 图 2 是描述了根据油门杆角度和相应的推力设定值之间的关系的巡航控制系统的权限的图表;

[0013] 图 3 是飞行速度控制系统的方框图;

[0014] 图 4 是包含本发明系统的飞行器的简图;

[0015] 图 5 类似于图 3,其描述了另一个实施例。

## 具体实施方式

[0016] 图 1 显示了巡航控制逻辑 (CCL) 的行为。在步骤 12 中,飞行员通过激活巡航控制请求,也就是选择“巡航控制打开”,来接入到巡航控制。当且仅当例如高度和姿态的特定的飞行器飞行状态稳定 (步骤 14),并且可选择地,飞行员推力指令稳定 (步骤 16),也就是油门杆角度 (TLA) 移动没有超出指定量,在步骤 18 中,全权限数字发动机控制 (FADEC) 接入到巡航控制模式。

[0017] 在巡航控制模式 (步骤 18) 中,FADEC 系统通过控制油门位置而调节发动机燃料流量,以基本维持飞行速度恒定。调节的权限被限定为允许无人值守油门运行的合理时间段,但不是想要在整個飞行中维持这个速度。

[0018] 当巡航控制模式 (步骤 18) 被激活时,油门杆角度与推力设定值的偏差可能逐渐地增长,直到被赋予 CCL 的权限不再足够来维持目标速度为止,也就是推力设定值超出了所给定的允许范围 (步骤 20)。在这种情况下,巡航控制模式将失效 (被无效) (步骤 22) 并且飞行员需要重新调整油门并且重新激活巡航控制。巡航控制模式可在下列任何一种条件下失效:飞行员切换巡航控制关闭 (OFF)、飞行状态不再稳定、油门杆已经被移动或者施加的油门移动超过了等于 CCL 的权限的量。可选择地,这些失效条件中的一些可以被略去。

[0019] 图 2 显示了油门杆角度和 FADEC 所使用来控制燃料流量的相应的推力设定值之间的关系。在巡航控制模式中,油门杆角度保持不变,除非飞行员对于油门杆施加一个移动以使巡航控制模式失效,此时油门位置以及因此相应的推力设定值被调整来维持恒定的飞行速度。油门杆角度与推力设定值的关系的偏差因此逐渐地增加。由于巡航控制逻辑的权限被限制于相对较窄的波动范围,当上述偏差达到给定的限制 22 时,也就是当油门位置超过给定的范围 24 时,使巡航控制模式失效。为了从巡航控制模式中平稳地撤出并且回到利用单调的油门移动的飞行员控制中,复位死区 26 被集成于系统中。当从巡航控制模式中撤出时,复位死区 26 提供了回到推力设定值与油门杆角度曲线的路径。

[0020] 图 3 显示了飞行速度控制系统 48 的实施方式,其控制飞行器的飞行速度。飞行控制系统 48 包括用于接收巡航控制请求信号 34 的第一输入,所述信号用于接入飞行器发动机运行的巡航控制运行模式。飞行控制系统 48 进一步包括用于接收飞行稳定性状态信号 37 的第二输入,所述信号 37 指示出是否满足飞行稳定性条件。在图 3 所显示的实施方式中,飞行稳定性条件信号包括高度稳定性信号 36 和姿态稳定性信号 38 两者。飞行控制系统 48 进一步包括逻辑电路,用于一收到巡航控制请求信号 34 并且飞行稳定性条件被满足时,

就激活巡航控制模式以及随后产生巡航控制模式 (CCM) 激活信号 42。飞行控制系统 48 还包括用于接收飞行速度信号 40 的第三输入,所述信号 40 指示出飞行器的飞行速度。最后,飞行控制系统 48 包括发动机控制器 32,用于当处在巡航控制模式中时,根据飞行速度信号 40,在给定的范围内调整发动机的推力设定值 46,以维持飞行速度基本恒定。可选择地,飞行控制系统 48 包括用于接收指示出飞行员推力指令 44 的稳定性的信号的第四输入。飞行员推力指令的稳定性作为用于激活巡航控制模式的又一个条件。在实施方式中,飞行员推力指令是油门杆角度。

[0021] 附加于上面所述的“高度保持 (altitude hold)”模式或者与之可替换的,在本发明的另一个实施例中,提供了具有“垂直有效 (vertical active)”模式的巡航速度控制系统,在该模式中,稳定性需求被定义为:提供例如恒定的进场速度、或者恒定的下降速率或是其他需求,如在下面将进一步讨论的。不同于巡航,在着陆进场期间,尤其是当飞行器的其他系统已经准备好着陆,对稳定停在期望的滑行路径上或者垂直进场速度所需要的发动机推力进行调整时,飞行员的工作负担非常重。通过当特定的预先条件被满足时在进场过程中允许推力的简化 FADEC 控制,本发明的巡航速度控制系统能够允许飞行员将注意力集中在进场阶段的其他方面,此时进场速度被自动地调节,正如现在将描述的。

[0022] 如上所述,当在高度保持模式中时,巡航速度控制系统命令发动机 FADEC (处在运行范围内) 以保持所选择的巡航速度。可选择地,当处在垂直有效模式中时 (除了升降舵上的速度),巡航速度控制系统命令发动机 FADEC 以自动地维持期望的速度,此时在任何飞行高度转变期间以及最后的进场期间都处在稳定的倾斜度上或者路径上,例如来维持期望的滑行路径 50 或者垂直进场速度 52 (见图 4)。该路径可以被预先选择,例如,诸如仪表着陆系统 (ILS) 下滑航迹或者大面积升推系统 (WAAS) 下滑航迹,或者其他的航迹,例如适用于如果出现湍流或者强风时的较高速度,或者指令空中交通控制,以及等等。

[0023] 因此,再次参见图 1,当建立特定的条件组时,诸如当接收到飞行员请求时,巡航控制请求 12 被设定。在这一实施例中,当特定的条件组已经被建立起来并且被维持时,飞行稳定性要求即被满足,特定的条件组诸如在最后的进场阶段的恒定的下滑航迹条件和 / 或恒定的垂直速度条件、或者在任何飞行高度转变期间的任何其他的稳定的飞行器航迹。任何合适的参数都可以被选出或者被计算出等等,从而允许控制系统来监控该 (多个) 条件。当接入巡航速度控制时,推力杆角度 (TLA) 的移动被周期性地或者连续地检查 (16) 从而检验 TLA 是否处在原始 TLA 的 2 度之内。

[0024] 合适的下滑航迹 / 航迹的选择可以由飞行员或者飞行器的导航计算机设定。在 ILS 进场的情形中,航迹典型地由 ILS 地基系统确定。在接入巡航速度控制系统之前,飞行器首先被设定于期望的航迹上,并且可以通过飞行员手动地或者由飞行器的计算机系统自动地设定于该航迹上。如上面所提到的,在先于接入之前,巡航速度控制系统将自动地检查,以确定飞行器是否处在稳定的航迹上。

[0025] 如果这些条件中任何一个没有被满足,巡航速度控制将不会被激活,并且可以设定一个“失败”标记,并且相应的指示被显示在驾驶舱中。一旦一个 (或多个) 条件 (的满足),诸如在当上面的那些条件中的任一个不再满足时,巡航速度控制就将同样地被设定为脱离。而一失效,合适的标记就可以被显示在驾驶舱中。

[0026] 在这一实施例中,巡航速度控制功能一旦被激活,其将通过增大 FADEC 内部的发

动机速度 (N1) 控制基准来控制飞行器的空速。随后,控制系统(根据具体情况而定)轮询 (poll) 诸如运行期间的飞行器速度、下降速率等等的参数,计算出对于飞行器速度的必须的改变从而跟随控制参数,并且然后酌情使得 FADEC N1 信号(其基本上是确定发动机速度的 FADEC 中的控制信号)发生偏差,例如如果需要的话,则增加 N1 或者减小 N1,从而将飞行器维持在巡航控制参数中。N1 增大命令权限可以按照期望地被限制。例如,在正常飞行器运行期间,N1 增大权限可以被限制在  $\pm 15\%$  N1 内。

[0027] 如果脱离巡航速度控制功能,根据上面所述的复位死区 26,现有的 N1 增大指令逐渐减小。例如,如果由于功能上的故障或者接收到的飞行员脱离请求而导致脱离的发生,则 N1 增大可以在 2 秒内线性地逐渐减小。在另一个实施例中,如果由于 TLA 移动超出了期望的临界值而导致该功能脱离,当 TLA 正在移动时,N1 增大可以被保持恒定,并且然后在 TLA 已经被保持在  $\pm 0.02$  度范围内经过特定的时间段之后,N1 增大在 2 秒内线性地逐渐减小。一个示例性的 TLA 临界值可以是  $\pm 2$  度。

[0028] 取决于期望被满足的需求,巡航速度控制可以具有任何合适的用于接入 / 脱离的条件组,包括比在本实施例中指定的那些条件更多、更少或者不同的条件。

[0029] 参见附图 5,在使用中,当巡航速度控制在着陆进场阶段被飞行员请求时,用于接入飞行器发动机的巡航控制运行模式的巡航控制请求信号 34 被飞行控制系统 48 所接收。飞行稳定性要求然后被核对,并且如果核对无误,那么指示出飞行稳定性条件是否被满足的飞行稳定性信号 37 被飞行控制系统 48 所接收。在图 5 所显示的实施方式中,飞行稳定性条件信号包括指示出飞行器如期望的处在恒定的下滑航迹中或者具有恒定的进场速度或者两者的一个或者多个的信号。飞行控制系统 48 进一步包括已经在上面被描述过的其他特征。

[0030] 当接收到请求时,需要用于巡航控制启动的其他条件 40,诸如飞行器是否在地面上、飞行器空速(例如校准空速、马赫数等等)是否处在允许的范围内、发动机 N1 基准是否处在用于巡航速度控制运行的允许的限定范围内、以及是否存在仍然正在执行的任何先前的巡航控制动作,诸如来自于先前巡航控制系统激活中的死区复位激活(上述的)。可以按照任何合适的方式并且由整个控制系统的任何适合的部分来确定这些要求是否存在。如上面对于第一个实施例所描述的,一旦所有的条件都被核对无误,则发动机控制器 32 根据飞行速度信号 40 在给定的范围内调整发动机的推力设定值 46(例如借助于合适的 N1 增大或者借助于其他合适的方法),以在巡航控制模式中维持期望的飞行特性(诸如下滑航迹、垂直进场速度等等)基本恒定。

[0031] 对于控制权限的允许的 N1 限制可以是任何合适的限制。例如,N1 下限可以是超过发动机空转 N1 的 5%。N1 上限可以是固定的,或者可以取决于飞行周期中的当前部分而改变。例如,在双发动机运行期间的恒定高度模式中,N1 上限可以被设定为最大巡航 N1,而在任何其他飞行模式中,N1 上限可以被设定为最大爬升 N1。这可以被用于在巡航速度控制系统的权限上设置限制。如上所讨论的,巡航速度控制系统被限制的权限提供了这样一种安排,其有利于飞行员,并且还准许简单的控制系统,该简单的控制系统相对便宜并且容易保证适航。

[0032] 再次参照图 5,在另一个方面中本发明提供了一种巡航速度控制系统,该系统可以在一个发动机不工作(OEI)的情形下运行,也就是,当一个发动机在飞行中被关闭并且飞

飞行器仅仅由另一个发动机推动的时候。OEI 模式可以由飞行员手动地接入,或者在巡航控制系统已经接入时当 FADEC 感测到 OEI 事件已经发生时 OEI 模式可以自动地接入(例如,一个发动机处在空转速度上,而另一个发动机没有),或者按照任何合适的方式接入。

[0033] 在 OEI 运行中,巡航速度控制基本上按照上面所述的那样运行,但是由于现在仅仅有一半的发动机功率可以由飞行员所使用(也就是,因为只有一个发动机正在提供推力),在 N1 增大指令权限相对于通常双发动机运行期间可用的权限被变为两倍(例如,在这一实施例中,±30% N1)的实施例中,允许足够的权限来维持飞行器于所期望的巡航控制参数中。该系统当然可以被适应于任何合适的多发动机布局中。

[0034] 这里所描述的系统通过限制系统的运行条件而为被集成在飞行器自动驾驶系统中的自动油门提供了一种替代选择。这里所建议的系统从自动驾驶系统中移除了自动油门功能,并且因此(移除了)飞行器速度控制,而将它直接交给了全权限发动机数字控制(FADEC)。巡航控制逻辑(CCL)被结合到 FADEC 中。只有在当稳定的飞行条件被通信给 FADEC 时,巡航控制模式对于飞行员才是可行的。

[0035] 以上的描述仅仅是示例性的,本领域技术人员将会认识到只要不脱离本发明所公开的范围就可以对于所述的实施方式进行多种改变。落在本发明的保护范围内的其他修改对于那些阅读过本发明的本领域技术人员来说也是显而易见的,并且这样的修改落入所附权利要求的保护范围内。



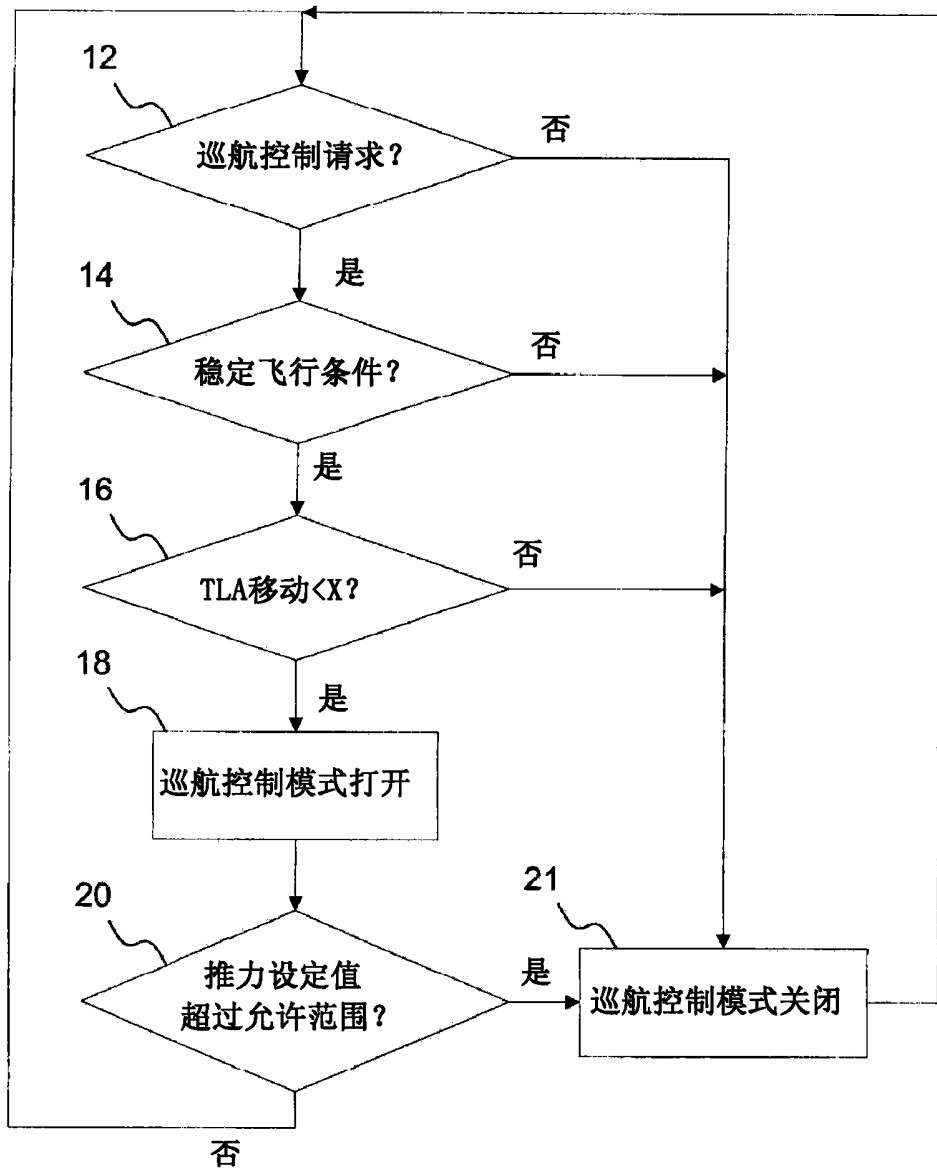


图 1

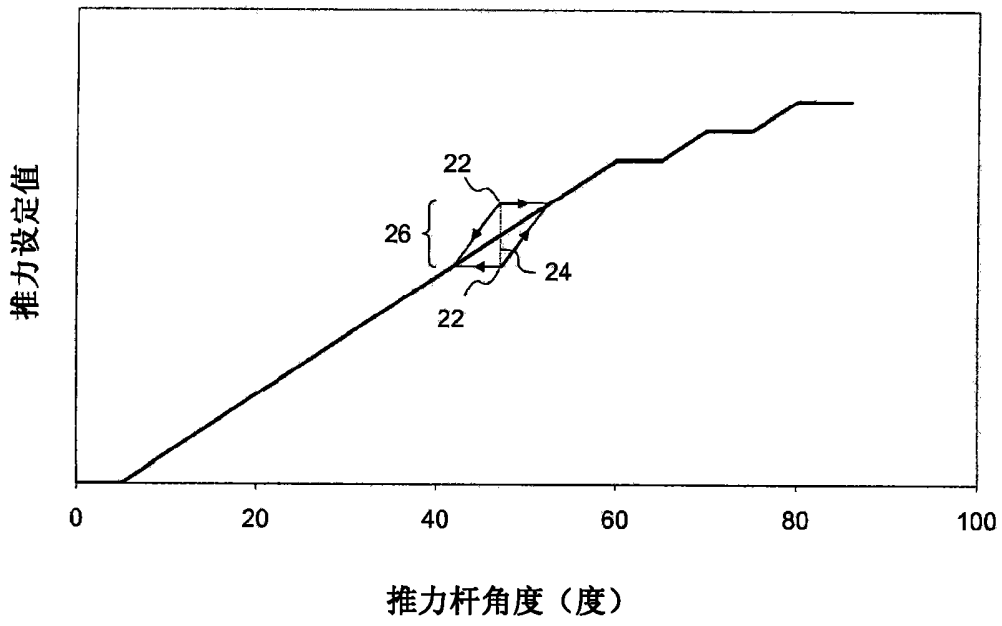


图 2

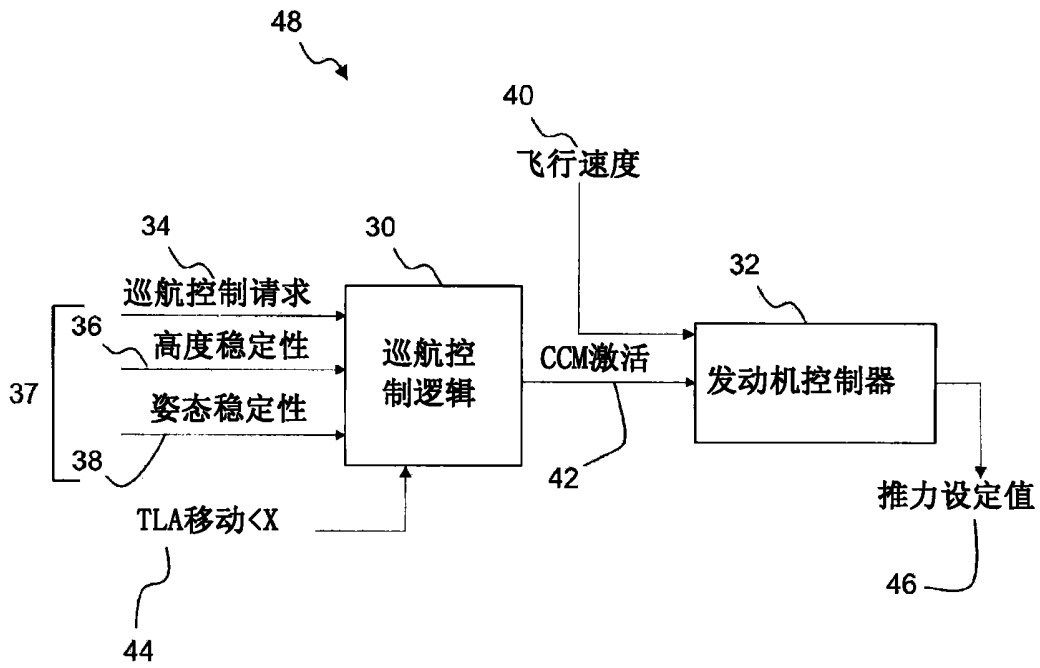


图 3

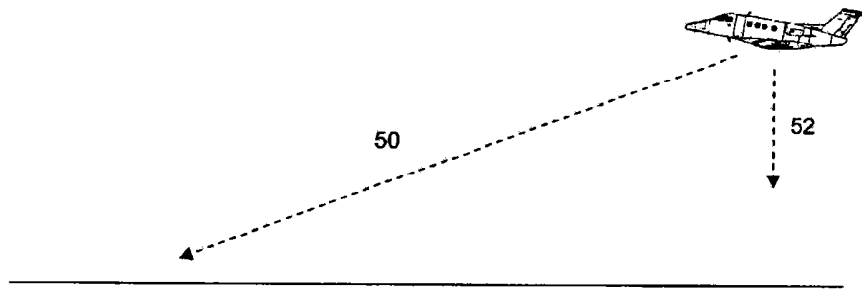


图 4

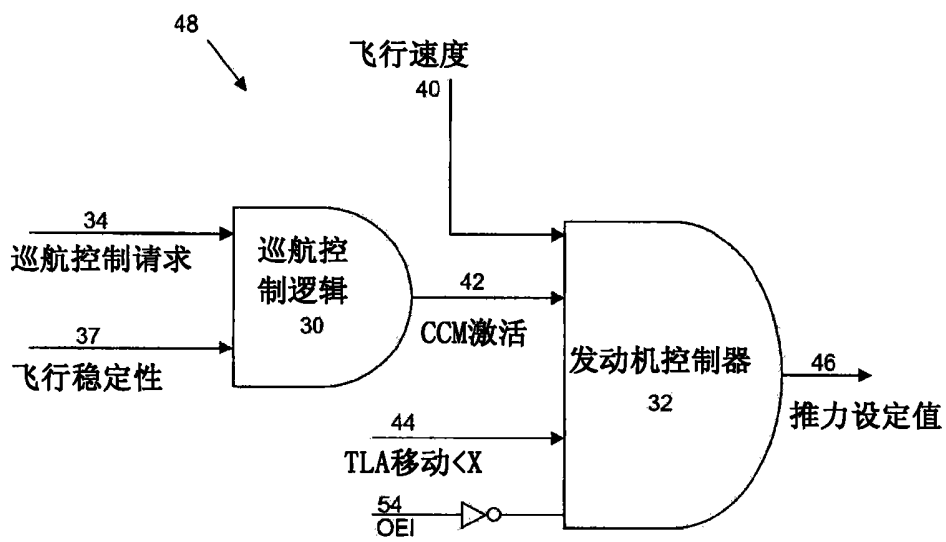


图 5