



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105398583 B

(45)授权公告日 2017. 11. 14

(21)申请号 201510685973.8

(22)申请日 2010.06.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105398583 A

(43)申请公布日 2016.03.16

(30)优先权数据

61/187,243 2009.06.15 US

61/218,029 2009.06.17 US

(62)分案原申请数据

201080036159.9 2010.06.14

(73)专利权人 蓝源有限责任公司

地址 美国华盛顿州

(72)发明人 杰弗里·P·比佐斯 加里·赖

肖恩·罗伯特·芬德利

(74)专利代理机构 北京双收知识产权代理有限公司 11241

代理人 吴杰

(51)Int.Cl.

B64G 1/62(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开平7-172397 A,1995.07.11,全文.

JP 特表2001-501151 A,2001.01.30,全文.

JP 特表平10-505560 A,1998.06.02,全文.

审查员 吴俊松

权利要求书4页 说明书7页 附图2页

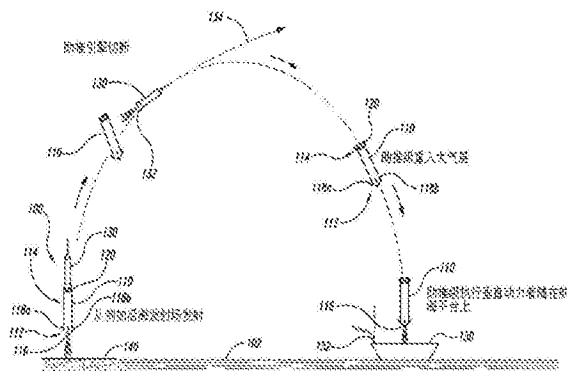
(54)发明名称

太空运载火箭海上着陆及相关的系统和方法

(57)摘要

本发明提供一种在海洋中或其它水体中的平台上着陆和重新恢复助推级和/或其它其中部分的系统和方法。在一个实施例中,可重复使用的太空运载火箭被从沿海发射场在水体上方的轨道中发射。在助推引擎关闭且上一级分离后,助推级在尾先方向上重入地球大气层。助推级之后被重启并且助推级实现垂直动力降落在预先定位的航海平台的甲板上。在一个实施例中,双向气动控制面控制助推级的轨迹,穿过地球大气层朝向航海平台下滑。航海平台可以向助推级实时广播出其位置,以使得助推级可以弥补由于洋流漂移和/或其他因素带来的航海平台的位置误差。着陆后,航海平台可以被,例如,拖船拖回或其可利用自身推进系统,将助推级运回沿海发射场或其它场地用于再调整和再利用。在另一个实施例中,助推级可以被转移至另一个船只用于运输。在仍进一步的实施例中,在从海上或陆地场

址被运输的途中,助推器可以被翻新。



1. 用于提供太空访问的系统,所述系统包括:

太空运载火箭,该太空运载火箭包括一个或多个火箭引擎,其中所述太空运载火箭被配置为实施流程,该流程包括:

点燃所述一个或多个火箭引擎中的至少一个以将所述太空运载火箭以鼻先方向发射进入太空;

将所述太空运载火箭定向为尾先方向用于重新进入地球大气层;以及

使用来自所述一个或多个火箭引擎中的至少一个的推进力以大致地尾先方向将所述太空运载火箭着陆在水体中的着陆结构上。

2. 根据权利要求1的系统,其中所述太空运载火箭是多级太空运载火箭并且包括至少一个助推级和第二级,并且其中所述太空运载火箭被配置以使所述至少一个助推级点火、定向,以及着陆。

3. 根据权利要求1的系统,其中所述太空运载火箭包括控制表面。

4. 根据权利要求3的系统,其中所述控制表面是朝向所述太空运载火箭的尾端的双向控制表面以在上升和下降期间均控制所述太空运载火箭。

5. 根据权利要求3的系统,其中所述控制表面相对于所述太空运载火箭的外表面是可移动的。

6. 根据权利要求3的系统,其中所述控制表面是可配置控制表面,并且其中所述太空运载火箭配置为在所述太空运载火箭已经发射后并且在所述太空运载火箭着陆前配置所述控制表面。

7. 根据权利要求3的系统,其中所述太空运载火箭包括前端和尾端,其中所述至少一个引擎的排气喷嘴朝向所述尾端定位,并且其中所述控制表面朝向所述前端定位。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述太空运载火箭具有尾端和前端,并且其中所述太空运载火箭进一步包括朝向所述前端定位的可移动控制表面,并且其中所述可移动控制表面被定位为在所述太空运载火箭的重心的下游上创建气动力,而所述太空运载火箭处于大致尾先的定向。

9. 根据权利要求1的系统,进一步包括所述着陆结构。

10. 根据权利要求9的系统,其中所述着陆结构包括半潜式平台。

11. 根据权利要求9的系统,其中所述着陆结构被配置为接收对应于所述太空运载火箭的地点的信息并且,至少部分地基于所述信息,调整所述着陆结构的位置。

12. 根据权利要求9的系统,其中所述着陆结构包括位置预测器,所述位置预测器被配置为至少部分地基于现有条件预测所述着陆结构的未来位置。

13. 根据权利要求12的系统,其中所述条件包括所述水体中的洋流的强度、所述洋流的方向,所述水体上方的风的强度,所述风的方向,所述着陆结构的漂移方向,或所述着陆结构的漂移速度至少之一。

14. 根据权利要求9的系统,其中所述着陆结构是多个着陆结构之一。

15. 根据权利要求14的系统,其中所述多个着陆结构中的至少一个包括应急着陆结构,并且其中所述太空运载火箭被配置为着陆于所述应急着陆结构上。

16. 根据权利要求15的系统,所述太空运载火箭被配置为在中止任务期间着陆于所述应急着陆结构。

17. 根据权利要求1的系统,其中所述太空运载火箭被配置为接收对应于所述着陆结构的地点的信息,并至少部分地基于所述信息,调整所述太空运载火箭的飞行路径。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中所述信息对应于所述着陆结构的预测位置。

19. 根据权利要求1的系统,进一步包括一个或多个由所述太空运载火箭携带的推进器,并且其中所述太空运载火箭被配置为激活所述一个或多个推进器以在重新进入地球大气层之前将所述太空运载火箭定向为尾先方向。

20. 根据权利要求1的系统,其中所述流程包括随着所述太空运载火箭进入地球大气层,将所述太空运载火箭定向至尾先方向。

21. 用于提供太空访问的系统,所述系统包括;

太空运载火箭,其中所述太空运载火箭包括一个或多个被配置为将所述太空运载火箭以鼻先方向发射出地球大气层的可点燃火箭引擎;

一个或多个被配置为将所述太空运载火箭定向为尾先方向用于重新进入地球大气层的推进器;以及

控制表面,其被配置为在所述太空运载火箭已经发射后并且所述太空运载火箭使用来自所述一个或多个火箭引擎的推进力以基本尾先的定向在水体中的着陆结构上触地前被配置。

22. 根据权利要求21的系统,其中,所述太空运载火箭包括助推级以及第二级,并且其中所述第二级被配置为在发射后并在所述助推级被定向至尾先方向并且着陆前自所述助推级分离。

23. 根据权利要求21的系统,其中所述控制表面是可移动控制表面。

24. 根据权利要求21的系统,其中所述控制表面是双向控制表面。

25. 根据权利要求21的系统,其中所述控制表面在所述太空运载火箭下降以及着陆前控制所述太空运载火箭。

26. 根据权利要求25的系统,其中所述太空运载火箭具有重心,并且其中所述控制表面被定位以在所述重心的下游在所述太空运载火箭上创建气动力,而所述太空运载火箭大致处于尾先定向。

27. 根据权利要求21的系统,其中所述太空运载火箭包括前端和尾端,并且其中所述控制表面朝向所述前端定位。

28. 根据权利要求21的系统,其中所述太空运载火箭包括级间结构,并且其中所述控制表面由所述级间结构携带。

29. 根据权利要求21的系统,进一步包括所述着陆结构。

30. 根据权利要求29的系统,其中所述着陆结构包括驳船。

31. 根据权利要求29的系统,其中所述着陆结构包括半潜式平台。

32. 根据权利要求29的系统,所述着陆结构是自推进的。

33. 根据权利要求29的系统,其中所述着陆结构包括位置预测器,所述位置预测器被配置为至少部分基于现有条件预测所述着陆结构的未来位置。

34. 根据权利要求21的系统,其中所述太空运载火箭接收对应于所述着陆结构的地点的信息,并且所述控制表面至少部分地基于所述信息调整所述太空运载火箭的飞行路径。

35. 根据权利要求34的系统,其中所述信息对应于所述着陆结构的预测地点。

36. 根据权利要求22的系统,其中当所述助推级处于弹道上时并且在所述第二级自所述助推级分离之后,所述控制表面将所述助推级定向在尾先方向。

37. 根据权利要求21的系统,其中,所述一个或多个推进器在尾先定向着陆期间控制所述太空运载火箭的高度。

38. 一种用于操作太空运载火箭的方法,该方法包括:

将太空运载火箭发以鼻先方向自地球发射,其中

a) 发射所述太空运载火箭包括对所述太空运载火箭的一个或多个火箭引擎点火;并且其中

b) 所述太空运载火箭被配置为定向成以尾先的方向重新进入地球大气层并且使用来自所述一个或多个火箭引擎中的至少一个的推进力以大致尾先的定向着陆于水体的着陆结构上;以及

在所述太空运载火箭已经以基本尾先的定向着陆在所述着陆结构上之后,使所述太空运载火箭返回陆地。

39. 如权利要求38所述的方法,进一步包括在后续发射中重新使用所述太空运载火箭。

40. 如权利要求38所述的方法,其中使所述太空运载火箭返回陆地包括在所述太空运载火箭已经在海上翻新后再返回。

41. 如权利要求40所述的方法,其中,当所述太空运载火箭到达陆地时,其至少已经历清洁、重新填充燃料或测试中的至少一种。

42. 如权利要求38所述的方法,其中返回运载火箭包括经由单独的船只在所述太空运载火箭已被从所述着陆结构转移至所述单独的船只后返回。

43. 如权利要求42所述的方法,进一步包括将所述单独的船只部署至所述着陆结构以提取所述太空运载火箭。

44. 如权利要求38所述的方法,其中发射所述太空运载火箭包括发射助推级和第二级,且其中返回所述太空运载火箭包括返回所述助推级。

45. 如权利要求44所述的方法,其中返回所述太空运载火箭包括返回所述助推级而不是第二级。

46. 如权利要求38所述的方法,进一步包括部署所述着陆结构。

47. 如权利要求46所述的方法,其中部署所述着陆结构包括在所述着陆结构自己的动力下部署所述着陆结构。

48. 如权利要求46所述的方法,其中部署所述着陆结构包括拖动所述着陆结构。

49. 如权利要求46所述的方法,进一步包括基于所述太空运载火箭的位置将所述着陆结构定向。

50. 如权利要求46所述的方法,其中所述着陆结构是半潜式的。

51. 如权利要求46所述的方法,其中所述着陆结构是多个着陆结构之一并且其中所述方法进一步包括部署所述多个着陆结构。

52. 用于操作太空运载火箭的方法,所述方法包括:

将所述太空运载火箭从地球以鼻先的定向经由所述太空运载火箭的一个或多个火箭引擎从地球发射;

将所述太空运载火箭定向至尾先方向用于重新进入地球大气层;以及

使用来自所述一个或多个火箭引擎之一的推进力使所述太空运载火箭以大致尾先的定向在水体上着陆。

53. 如权利要求52所述的方法,进一步包括在后续发射中重新使用所述太空运载火箭。

54. 如权利要求53所述的方法,其中使所述太空运载火箭返回陆地包括在所述太空运载火箭已经在海上翻新后再返回。

55. 如权利要求54所述的方法,其中,当所述太空运载火箭到达陆地时,其至少已经历清洗、充电或测试中的至少一种。

56. 如权利要求53所述的方法,其中返回运载火箭包括经由单独的船只在所述太空运载火箭已被从所述着陆结构转移至所述单独的船只后返回。

57. 如权利要求56所述的方法,进一步包括将所述单独的船只部署至所述着陆结构以提取所述太空运载火箭。

58. 如权利要求53所述的方法,其中发射所述太空运载火箭包括发射助推级和第二级,且其中返回所述太空运载火箭包括返回所述助推级。

59. 如权利要求52所述的方法,进一步包括在后续发射中重新使用所述太空运载火箭。

60. 如权利要求58所述的方法,其中返回所述太空运载火箭包括返回所述助推级而不是第二级。

61. 如权利要求52所述的方法,进一步包括部署所述着陆结构。

62. 如权利要求61所述的方法,其中部署所述着陆结构包括在所述着陆结构自己的动力下部署所述着陆结构。

63. 如权利要求61所述的方法,其中部署所述着陆结构包括拖动所述着陆结构。

64. 如权利要求61所述的方法,其中所述着陆结构是半潜式的。

65. 如权利要求61所述的方法,其中所述着陆结构是多个着陆结构之一并且其中所述方法进一步包括部署所述多个着陆结构。

66. 如权利要求65所述的方法,其中所述多个着陆结构中的至少一个是应急着陆结构。

67. 如权利要求66所述的方法,进一步包括在中止任务期间将所述太空运载火箭重新引导至所述应急着陆结构。

68. 如权利要求52所述的方法,进一步包括将所述着陆结构保持在预定位置上。

69. 如权利要求68所述的方法,其中将所述着陆结构保持在预定位置上包括借助一条或多条船只将所述着陆结构保持在预定位置上。

太空运载火箭海上着陆及相关的系统和方法

[0001] 本申请是2010年6月14日提交的申请号为2010800361599,标题为“太空运载火箭海上着陆及相关的系统和方法”的中国专利申请的分案申请。

[0002] 对相关申请的交互引用

[0003] 此申请要求2009年6月17日递交的美国临时申请61/218,029,专利名称为“太空运载火箭海上着陆及相关的系统和方法,包括途中运载火箭翻新”以及2009年6月15日递交的美国临时申请61/187,243,专利名称为“太空运载火箭海上着陆及相关的系统和方法”的优先权,上述申请以参考方式被完整地合并于此。

[0004] 本发明以参考方式完整地合并以下专利申请的主题。2009年2月24日递交的美国临时申请61/155,115,专利名称为“具有可配置的张开表面的火箭和相关的系统和方法”,2010年2月24日递交的美国非临时申请12/712,156,专利名称为“具有固定的和可配置的减速表面的运载火箭,和/或合适的油箱,及相关的系统和方法”,2009年6月15日递交的美国临时申请61/187,268,专利名称为“适用于高速运载火箭的双向控制面及相关的系统和方法”,以及2010年2月24日递交的美国非临时申请12/712,083,专利名称为“适用于高速运载火箭的双向控制面及相关的系统和方法”。

技术领域

[0005] 本发明一般涉及太空运载火箭领域,尤其涉及在海上着陆太空运载火箭的系统和方法,和/或从着陆点开始的途中翻新这种航天器。

背景技术

[0006] 用于将人类和非人类的有效载荷送入太空的火箭动力的运载火箭已使用多年。火箭将第一个人类送到月球,并发射多颗卫星进入地球轨道,进行无人太空探测,发送物资和人员至国际轨道空间站

[0007] 尽管载人和无人太空飞行迅速发展,但是运送宇航员、卫星和其它有效载荷进入太空仍然是昂贵的投入。原因之一是最传统的运载火箭只使用一次,因此被称为“消耗运载火箭”或“ELVs”。可重复使用运载火箭(RLVs)的优点,包括提供低成本进入太空的潜力。

[0008] 虽然美国宇航局的航天飞机主要是可重复使用的,翻新可重复使用的组件是一个昂贵和费时的过程,需要大量的地面基础设施。此外,再入和着陆所需的额外的穿梭系统将减少航天飞机的有效载荷能力。由于商业压力的增加,需要保持较人类和非人类的有效载荷以较低成本进入太空。

发明内容

[0009] 本申请的一实施例涉及用于提供太空访问的系统,该系统包括:太空运载火箭,该太空运载火箭包括一个或多个火箭引擎,其中该太空运载火箭被配置为实施流程,该流程包括:点燃该一个或多个火箭引擎中的至少一个以将该太空运载火箭以鼻先方向发射进入太空;将该太空运载火箭定向为尾先方向用于重新进入地球大气层;以及使用来自该一个

或多个火箭引擎中的至少一个的推进力以大致地尾先方向将该太空运载火箭着陆在水体中的着陆结构上。

[0010] 本申请的另一实施例涉及用于提供太空访问的系统,该系统包括;太空运载火箭,其中该太空运载火箭包括一个或多个被配置为将该太空运载火箭以鼻先方向发射出地球大气层的可点燃火箭引擎;一个或多个被配置为将该太空运载火箭定向为尾先方向用于重新进入地球大气层的推进器;以及控制表面,其被配置为在该太空运载火箭已经发射后并且该太空运载火箭使用来自该一个或多个火箭引擎的推进力以基本尾先的定向在水体中的着陆结构上触地前被配置。

[0011] 本申请的又一实施例涉及一种用于操作太空运载火箭的方法,该方法包括:将太空运载火箭发以鼻先方向自地球发射,其中a) 发射该太空运载火箭包括对该太空运载火箭的一个或多个火箭引擎点火;并且其中b) 该太空运载火箭被配置为定向成以尾先的方向重新进入地球大气层并且使用来自该一个或多个火箭引擎中的至少一个的推进力以大致尾先的定向着陆于水体的着陆结构上;以及在该太空运载火箭已经以基本尾先的定向着陆在该着陆结构上之后,使该太空运载火箭返回陆地。

[0012] 本申请的又一实施例涉及用于操作太空运载火箭的方法,该方法包括:将该太空运载火箭从地球以鼻先的定向经由该太空运载火箭的一个或多个火箭引擎从地球发射;将该太空运载火箭定向至尾先方向用于重新进入地球大气层;以及使用来自该一个或多个火箭引擎之一的推进力使该太空运载火箭以大致尾先的定向在水体上着陆。

附图说明

[0013] 图1是展示根据公开的实施例太空运载火箭着陆在航海平台上的任务剖面的原理图。

[0014] 图2是说明根据公开的实施例从陆基或其他发射场发射太空运载火箭和在航海平台上着陆太空运载火箭的常规的流程图。

具体实施方式

[0015] 本发明公开的某些方面,一般针对可重复使用运载火箭在航海平台上的垂直动力着陆及其相关的系统和方法。公开的其他方面涉及到从海基或其他着陆地点的途中翻新可重复使用的运载火箭。载于下面说明中的某些细节和图1及图2提供公开的各种实施例的透彻理解。然而,相关领域技术人员将认为,具有不同配置、安排和/或组件的其他实施例不具备下文所述的一些细节也可能被实现。尤其是,公开的其他实施例可能包括额外的元素,或可能缺少一个或多个下面描述的参考图1和2的元素或功能。此外,众所周知并常与太空运载火箭和发射及降落太空运载火箭相联系的结构和过程的多个细节没有载于下述说明中以避免对于公开的各种实施例的不必要的模糊。

[0016] 在图中,相同的参考编号识别相同或至少大致相同的元素。为方便讨论任何特定元素,最重要的数字或任何参考编号的数字是指在该元素在图中被首次介绍的数字。例如,元素110在参考图1被第一次介绍并讨论。

[0017] 太空运载火箭通常是从沿海发射场沿飞行通道被发射,飞行通道用许多它们的轨道送它们冲出海洋上空。这个轨到可以避免公众暴露在与火箭飞越相关的潜在危险中,以

及使得助推级落入水中。然而,因为一些原因,水上降落使得助推级重新使用花费昂贵且困难。例如,海水对于火箭部件是很有腐蚀性的。此外,许多火箭部件在使用中变得非常热,并且这些非常热的部件在冰冷的海上中冷却会导致开裂和其它形式的损坏。在降落入水后用降落伞回收与重用固体火箭级是可行的,因为固体火箭引擎在燃烧后只不过是一个空壳。然而,液体燃料火箭级是分寸复杂的。因此,很少重复使用降落入水的任何液体燃料火箭级。

[0018] 在陆地上降落助推级的概念系存在的。这些概念包括水平地降落助推级,就像飞机一样,或垂直地,在自身重力下或通过降落伞或其它手段。然而,所有的这些方法,限制操作灵活性,因为它们需要对应于每一发射方位角的地面着陆点和潜在靶区着陆区。

[0019] 其他的概念已经提出了助推级在从上级分离后重新启动火箭引擎,然后飞回发射场。一旦回到发射场,助推级要么在跑道上执行水平着陆要么通过动力或其它方式例如降落伞执行垂直着陆。然而,所有的这些方法都减少轨道的有效载荷能力,因为它们要求火箭携带大量推进剂负载用以执行回飞的动作。

[0020] 图1展示了根据公开实施例中可重复使用的运载火箭执行垂直动力降落在航海平台上的飞行剖面原理图。在所示的实施例中,多级轨道运载火箭100包括第一或助推级110和第二或上一级130。助推级110包括级间结构,级间结构包含配置气动表面120以及一个或多个火箭引擎116,配置气动表面120位于朝向前端114的位置,火箭引擎116位于朝向尾端112的位置。火箭引擎116可以包括,例如,液体燃料火箭引擎如液体氧气/氢引擎、液体氧气/煤或者油或者RP-1引擎,等等。在其它实施例中,火箭引擎116可以包括固体推进剂。如在下文中更详细的描述,助推级110的尾端112可以包括多个可移动控制面118(分别定义为控制面118a、118b、118c,等等)用于控制助推级110的上升和下降轨道。

[0021] 虽然在所示实施例中,上一级130堆放在助推级110的上面,在其它实施例中,运载火箭100及其变化在没有超出本发明精神或范围下可以有其他配置。例如,在一个实施例中上一级130和助推级110在使用合适的分离系统的上升过程中可以被并行安置且彼此相连。在另一个实施例中,两个或更多的助推级110或其变化可以环绕上一级130以“捆绑式”型配置进行安装。因此,本发明并不限于图1所示的特定的运载火箭的配置。

[0022] 在所示实施例中,运载火箭100从沿海或其他陆基发射场140起飞,然后旋转冲出越过海洋102。本实施例的一个方面,航海平台150包括广播电台152用于实时与运载火箭100沟通其位置。这个信息允许运载火箭100和/或助推级110持续检查和/或调整其对于目标平台150的飞行路径。如果150平台是一个自由漂流的船舶,150平台也包括一个平台位置预测器(例如,一个合适的处理设备,存储器,以及相关的计算机可执行指令)可根据现有的各种条件,如海洋流强度和方向,风的强度和方向,目前漂移的速度和方向等自动预测平台150的未来位置。例如,配置平台位置预测器以预测在运载火箭着陆的预期时间的平台位置。此外,广播电台152可以将这一信息实时的传递到运载火箭100和/或助推级110,使运载火箭100和/或助推级110可以利用这一信息来调整其飞行路径和更好地瞄准着陆位置。在高海拔的助推级引擎截止(BECO)后,助推级110从上一级130分离并沿弹道继续。为轨道插入或其它的目的地,上一级引擎或引擎组132(例如,液体燃料引擎)可以稍后点燃并推动上一级130至更高的轨道134。当助推器级110重新进入地球大气层时,它重新定位以使尾端112指向运动的方向并向航海着陆平台150滑动。在另一个实施例中,助推级110可以鼻子首

先重新进入大气层,然后着陆之前重新调整到尾先的方向。另一种实施例中,着陆火箭和/或一个合适的起落架结构可以安装在助推级110的前端114上,以使得助推级110可鼻子首先重新进入大气并以鼻先方向着陆。

[0023] 根据特定的发射轨道,航海平台150可以位于从沿海发射场140的一百多公里的靶区。当助推级110向着航海平台150下降,助推级110可以基于从广播电台152接收到的平台位置数据调整它至目标平台150的下降路径。此外或可选地,航海平台150可以包括被淹没或部分被淹没的推进系统(例如,具有推进器或其它推进设备)保持平台150在预定的位置或移动平台150根据需要调整在助推级轨道中的漂移和/或变化。一个或多个具有电缆船只也可以用来保持位置平台150或移动平台150根据需要调整在助推级轨道中的漂移和/或变化。

[0024] 当助推级110向航海平台150下降时,助推级110可以使用在尾端112上的气动控制表面118和/或位于朝向前端114的位置的配置控制表面120控制它的下滑路径。在这个实施例的一个方面中,配置控制表面120可以包括气动表面,外观上以例如羽毛球(shuttlecock)的形式张开或配置以在助推级110重心(CG)的船尾创造气动阻力帮助在尾先方向上稳定助推级110。在另一个实施例中,位于朝向助推级110的尾端112位置的可移动气动控制表面118包括双向控制面,可以在当运载火箭100朝向前进方向运动时的上升和当助推级110朝向航海平台150在船尾方向运动时的下降期间控制助推级110的姿势和轨道。因此,在本实施例的一个方面中,气动控制面118是双向的,超音速的控制面。仍然在进一步的实施例中,一个合适的降落伞系统可以从如助推级110的前端114被配置以在所有或部分的下降过程中减少和/或控制下降速度。

[0025] 在助推级110在平台150之上下降到合适位置后(例如,在一些实施例中,从大约100,000英尺至大约1,000英尺或在另一些实施例中,从大约10,000英尺至3,000英尺),它重新启动助推引擎116减缓其下降。助推级110稍后低速执行垂直动力着陆在平台150上。例如,助推级110可以从大约每秒60英尺的下降速度减慢到大约每秒1英尺或更少,并且可以使用助推引擎116的框架降落在着陆平台150上和/或姿态控制推进器控制助推级110在降落期间的姿势和/或位置。在一个实施例中,助推级110可以降落在一个合适的减震着陆架上。在另一个实施例中,根据目前的公开,其它着陆意味着可以采用适当地着陆助推级110在航海平台150上。

[0026] 在另一个实施例中,一个或多个喷气引擎(未显示)可以适当地连接至尾端112或者助推级110的其它部分以执行所有或部分的垂直降落动作。喷气引擎可以在助推级110下降期间被启动,也可以结合或代替重启助推引擎116使用。喷气要求可能比助推引擎116更加节能高效并且结果是可为助推级110在着陆平台150的期间提供更多悬停时间和更好的控制。在一个实施例中,喷气要求可与合适的降落伞系统结合使用,在喷气引擎启动前对助推级110进行配置和减速。

[0027] 在一个实施例中,航海平台150可以是用于助推级110着陆和运输的一个配置有合适甲板的自由浮动的远洋驳船。在其它实施例中,平台150可以是更多复杂船只的一部分,例如,半潜式平台具有水下推进器以减少或至少减少甲板运动并保持一个固定的或相对固定的位置。在驳船实施例中,航海平台150可以在着陆后被拖回沿海发射场140或者其它港口以为了在使用而进行修复和/或翻新。在一个实施例中,航海平台150可以由拖船或其它

合适的船拖回。在其它实施例中,航海平台150可以包括它自己的推进系统以将助推级110运输到发射场140或其它港口。

[0028] 目前公开的实施例相关的上述很多优势参考图1。例如,通过降落在航海平台150上重新获得助推级110以降低发射多级轨道火箭的相关费用。此外,通过执行垂直动力着陆,助推级以最大限度的减少或至少减少为再利用所必须的翻新金额的方式收回。另外,上述公开的实施例可以改进规定运载火箭的操作灵活性,因为当任务发射方位角和/或靶区着陆地点变化时远洋平台150可以移动到海洋的不同地方。而且,远洋平台150甚至可以转移到世界其他地区,以支持从其他发射场(例如,其他沿海发射场)的发射。除了从沿海发射场发射,运载火箭100也可以在远洋平台150或船只上从海洋进行发射以及之后着陆在远洋平台150上的靶区。这样的实施例对于从海基平台的赤道发射增加载荷能力可能是有利的。可选地,在其它实施例中,运载火箭100可以从航海平台被发射,以及之后助推级110可以通过执行动力垂直着陆在陆地上被收回。

[0029] 上述公开的实施例中通过允许助推级100最高效的飞行或者在重入大气层并朝向平台150飞行时至少有高效的轨迹,可以增加运载火箭100的载荷能力。载荷能力被增加是因为在飞回陆基着陆场时无需助推级110保留推进剂。此外,航海平台150可以被设置在任何助推级110在脱离上一级130后被预定着陆的地方。在此公开的实施例也可以减少或消除与翻转陆基着陆的助推级110的飞行轨迹相联系的公共安全。

[0030] 上述实施例也解决了如何运输助推级110返回沿海发射场140或其它陆基翻新设施的问题。更具体地说,运载火箭的助推级通常是非常大的,因此,运输完全组装的它们会带来后勤方面的挑战 and 成本。如果助推级将着陆在陆地上的靶区,运输助推级返回发射场或其它翻新设施的问题就必须被解决,并且在陆地上运送像助推级这么大的东西是对后勤和财政上的挑战。相比之下,远洋运输是运输大型货物的经济有效的手段,如长距离运输助推级。目前公开的航海平台150可被拖回在发射场附近的海港和被卸载翻新并以相对低廉的价格重新利用。

[0031] 尽管图1显示了收回助推级的公开实施例,目前的公开也可应用于精确的轨道再入运载火箭的收回、垂直动力降落能力。这个方法的一个优点是它允许航海平台150被设置在任何海洋区域或其它适合降落再入运载火箭的水体(例如海湾、湖等等)。此外,如果需要中止任务,世界各地的多个航海平台可以被放置在预先确定的地点以提供应急着陆区。

[0032] 根据公开的实施例,图2显示了发射和着陆太空运载火箭的流程图200,例如,轨道运载火箭。在这个实施例的一个方面,程序200可由参考图1的上述运载火箭100实现。在其它实施例中,程序200或其部分可以由其它类型的运载火箭应用,包括轨道运载火箭、非轨道运载火箭、深空和行星间运载火箭等等。

[0033] 在块202中,程序随着助推级引擎点火并从发射场升空开始(例如,路径发射场,如沿海发射场)。如上所述,在其它实施例中,任务可以从海基发射台如浮动平台、驳船、船舶或其他船只上升空开始。在块204中,助推级引擎在预定高度切断。在块206中,上一级脱离助推级并且上一级引擎被启动。

[0034] 在块208中,助推级重新调整,遵循其与上一级分离后的弹道。更特别的是,助推级重新调整以便它在尾先的方向行驶。在一个实施例中,可以通过使用配置气动表面(例如,喇叭表面)完成助推级的重新定位,

[0035] 从助推级的前端向外延伸以产生助推级重心船尾的阻力。在其它的实施例中,除了气动控制表面外还可以采用推进器(例如火箭推进器,如联氨推进器)或者以推进器(例如火箭推进器,如联氨推进器)代替气动控制表面,重新调整助推级。例如,如果重新调整助推级在气动控制面无效的太空中发生,那么推进器可重新调整助推级。

[0036] 在块210中,在运载火箭再入地球大气层之前或期间,气动阻力和/或控制表面被配置。在块212中,助推级重新进入大气层并建立与航海平台的联系。可选地,再入大气层之前,运载火箭可以建立与航海平台的联系,或在整个飞行过程中,它可以不断地与航海平台联系。在块214中,助推级滑向或者以其它方式飞向弹道。

[0037] 在决策块216中,程序决定如果助推级的下滑路径需要进行调整,以正确定位在航海平台上的助推级的位置。如果没有,继续进行块220以及助推级继续滑向航海平台。如果必须调整下滑路径,则继续进行块218并移动启动控制面板改变助推级的下滑路径。可选地,或者另外地改变助推级的下滑路径,程序也可以使用例如与着陆平台相连的推进系统或者通过拖动平台调整着陆平台的位置。

[0038] 调整后的滑翔路径和/或航海平台的位置,程序继续进行到决策块222以确定助推级是否在航海平台上方被适当定位,准备助推级的最后着陆。如果没有,程序返回决策块216并重复进行。一旦运载火箭在航海平台上方的准备最后着陆的合适位置,程序继续进行块224并重新点燃助推级的引擎。在块226中,运载火箭执行垂直动力着陆在航海平台上,飞行的部分的程序结束。

[0039] 然而,在一个实施例中,程序200可以继续,在块228中,通过移动平台和助推级返回发射场或其它港口进行翻新和再使用。在块230中,助推级需要被翻新并安装在新的运载火箭上。程序从块230回到块202并为新一次的运载重复。

[0040] 在个别的实施例中,航海平台可以被以改进或/和优化运载火箭的第二级分离的方式设置,例如,从发射架的方位和角度。例如,在至少一些实施例中,移动航海平台的能力可以扩宽可用的从运载火箭剩余部分分离启动助推级的位置的范围,因为助推级的着陆场并不是限制的非常严格。控制助推级下降轨道的能力可以进一步扩宽可用着陆场的范围。

[0041] 在上述任何实施例中,一旦运载火箭着陆,所有程序包括额外步骤要快速帮助运载服务运转。例如,运载火箭可以被从相对较慢移动的航海平台运输至较快的船面以减少运回发射场的时间。除了或代替转移,可重复使用的运载火箭在它从着陆场到发射场的途中可以被翻新。在海上收回运载火箭的环境下,两方面的特征将在下面被进一步描述。在其它实施例中,这些特征的特别的方面(例如,从着陆场的途中翻新运载火箭),可能应用于其它收回安排,包括陆基回收。

[0042] 在一个特定的实施例中,在运载火箭降落在远航海平台之后和在前处理人员接近运载火箭之前,运载火箭(例如,第一个级可重复使用助推系统或RBS)被立即地和/或自主地进入安全状态。自主的安全活动可以包括释放推进剂储罐和加压瓶以及缩回任何气动表面。然后运载火箭可以被转移到一个单独的,较小的船舶以快速返回到沿海发射场或转移场。在另一个实施例中,运载火箭可以固定在航海平台的甲板上,该平台可以在自身的推力下被拖回或移回到沿海发射场或转移场。在这两种情况下,为返回到发射场的运载火箭处理设施,无论是在远洋运输的垂直或水平位置,运载火箭可以通过海洋起重机移动(或其他合适的设备)以固定运载火箭,以及在码头被卸载到卡车上。

[0043] 当在途中时以及在运载火箭处理设施上,运载火箭可以被处理用于下一次运载。通常发生在发射前的归航活动可能包括维修项目(如有),清洗,推进瓶充电,电池充电,如果需要翻新防护系统材料,和/或气动功能、航空电子设备和液压子系统测试。途中或在运载火箭处理设施,运载火箭可以被连接到可消耗的上一级,它可以预先与有效载荷和有效载荷整流罩整合。在其它例子中,运载火箭可以被直接连到载荷模块。每隔一段时间,如发动机大修的主要维修活动也可进行。

[0044] 在上述处理活动中,如果整个系统包括单个航海平台,它是用来运输运载火箭返回到沿海发射场,那么在卸载运载火箭后,平台可以在着陆区重新调整后,当第一辆运载火箭在被运回发射场的途中时,准备降落第二辆运载火箭。如果整个系统包括两个航海平台那么一个航海平台可以留在航班之间的着陆区域内而另一个返回沿海。仍在另一个实施例中,系统可以包括两辆运载火箭,一个航海着陆平台,以及单独的船只将运载火箭从平台运输到发射场,也允许一个着陆平台在航班之间留在着陆区。在个别的实施例中,单独的船只可以包括远洋船只或空降船只。

[0045] 在上述任何实施例中,翻新过程的任何合适的方面可以进行,当运载火箭在运输过程中,提供的,例如,在海洋环境中,这一进程可能会成功地进行并与后续程序按正确排序排好。

[0046] 从上述情况,它将会被认为,在此描述的本发明的具体实施例是为说明目的,但是在不偏离发明精神和各实施例范围下,可以作出各种修改。例如,虽然目前公开的各种上述实施例,在海上降落运载火箭的情况下,在其他实施例中,已被描述的系统和方法可用于降落运载火箭在其它水体中包括,例如,湖泊、海沟、海湾、海洋,甚至可能是一条大河。进一步地,与上述公开的一些实施例相联系的优势,在那些实施例的背景下,其他实施例可能也表现出这样的优势,并不是所有的实施例需要一定表现出这种优势以属于本发明的范围。因此,除了附加的权利要求外,本发明不受限制。

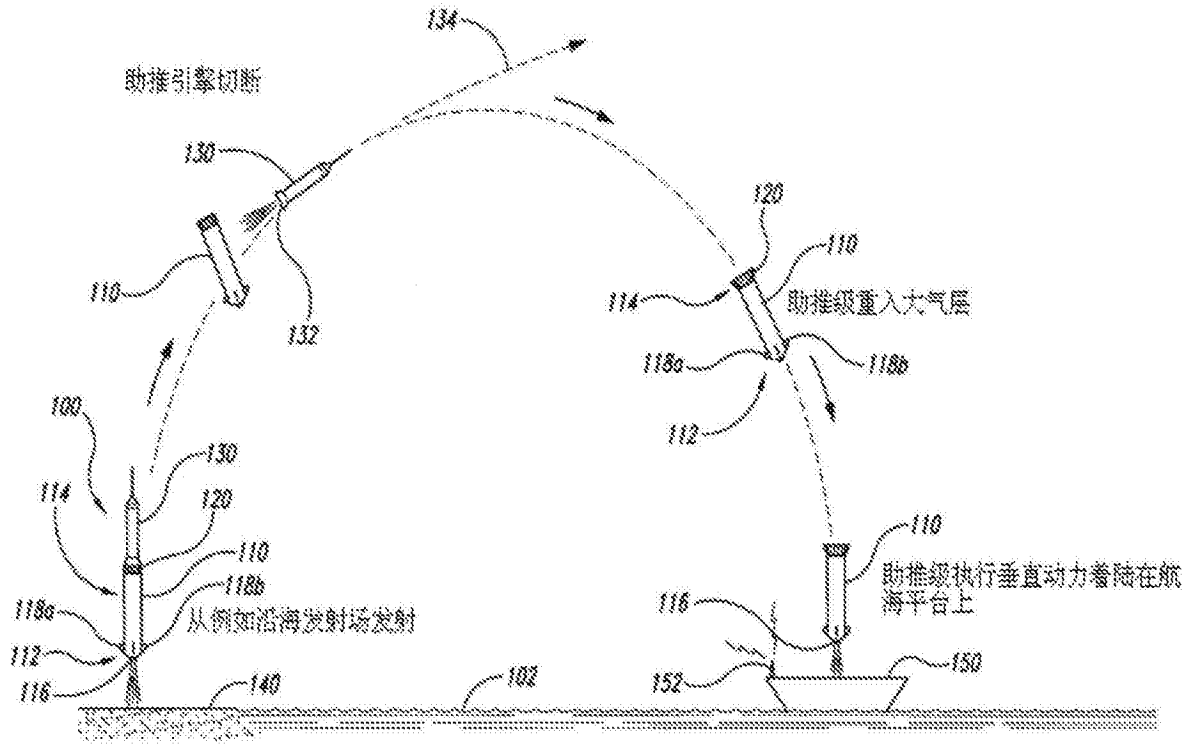


图1

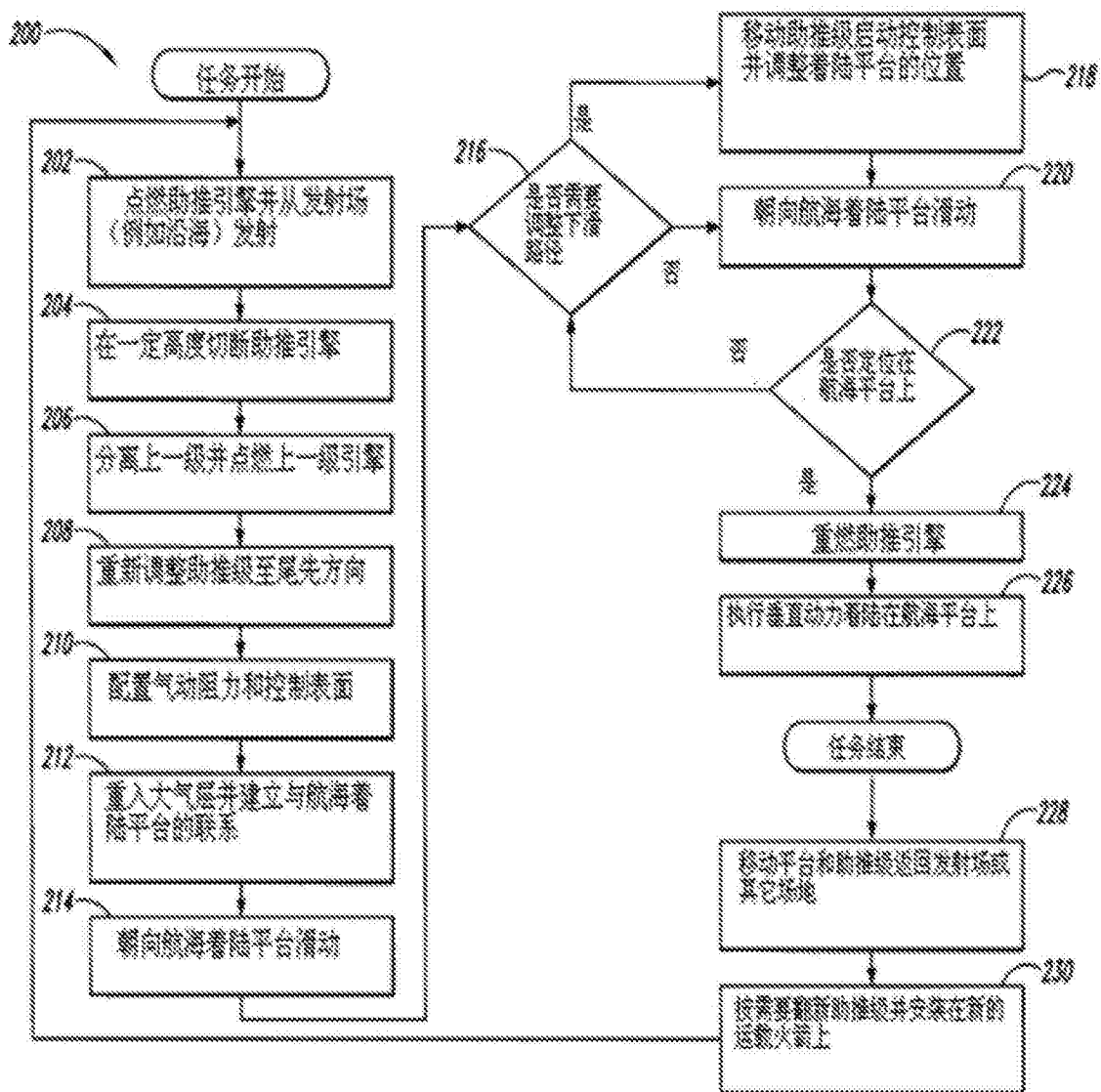


图2