



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113179668 B

(45) 授权公告日 2023.04.11

(21) 申请号 201980075809.1

(22) 申请日 2019.11.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113179668 A

(43) 申请公布日 2021.07.27

(30) 优先权数据
62/769,168 2018.11.19 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.05.17

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/062183 2019.11.19

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/106700 EN 2020.05.28

(73) 专利权人 维尔塞特公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 D·D·格林尼奇 C·A·米勒

(74) 专利代理机构 深圳鹰翅知识产权代理有限公司 44658
专利代理师 王怡瑾 余宏妮

(51) Int.Cl.
H04B 7/185 (2006.01)

审查员 王丹萍

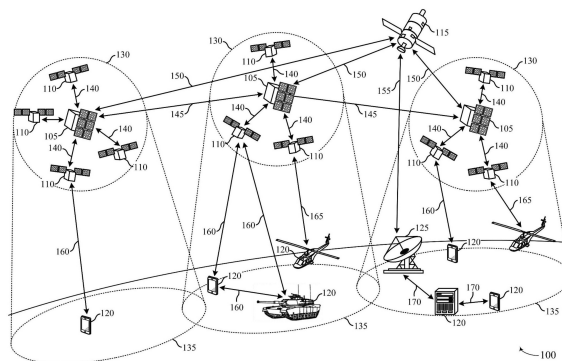
权利要求书6页 说明书26页 附图16页

(54) 发明名称

分散式卫星星座

(57) 摘要

本发明公开了用于支持分散式卫星星座的系统和方法。网关卫星可使用第一通信协议来路由往返辅助卫星的通信。所述辅助卫星可与该网关卫星发生轨道耦合并且可配备有提供相应功能的相应有效载荷类型。所述辅助卫星还可使用彼此不同并与该第一通信协议不同的相应通信协议。路由往返辅助卫星的通信可包括在多个辅助卫星之间中继通信。在辅助卫星之间中继通信可包括在多个网关卫星之间中继通信。路由往返辅助卫星的通信还可包括在商业卫星与辅助卫星之间中继通信。



1. 一种卫星通信系统(100),所述卫星通信系统包括:

第一网关卫星(105,205,505),所述第一网关卫星具有第一轨道并且使用第一通信协议为与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合的多个辅助卫星提供星簇内通信链路(140,245,570);

所述多个辅助卫星中的第一辅助卫星(110,210,515),所述第一辅助卫星被配置为使用所述第一通信协议来与所述第一网关卫星(105,205,505)通信,其中所述第一辅助卫星(110,210,515)包括第一有效载荷类型;和

所述多个辅助卫星中的第二辅助卫星(110,215,520),所述第二辅助卫星被配置为使用所述第一通信协议来与所述第一网关卫星通信,其中所述第二辅助卫星(110,215,520)包括与所述第一有效载荷类型不同的第二有效载荷类型,

其中所述第一网关卫星(105,205,505)使用所述第一通信协议通过所述星簇内通信链路(140,245,570)为所述第一辅助卫星(110,210,515)或所述第二辅助卫星(110,215,520)路由星簇内通信。

2. 根据权利要求1所述的卫星通信系统,其中所述星簇内通信链路为第一星簇内通信链路,所述卫星通信系统还包括:

第二网关卫星(105,510),所述第二网关卫星具有第二轨道并且使用所述第一通信协议为与所述第二网关卫星(105,510)发生轨道耦合的不同多个辅助卫星(520,525,530)提供第二星簇内通信链路(140,575),

其中所述第一网关卫星(105,205,505)向所述第二网关卫星(105,510)为所述第一辅助卫星(110,210,515)或所述第二辅助卫星(110,215,520)路由星簇内通信,并且

其中所述第二网关卫星经由所述第二星簇内通信链路向所述不同多个辅助卫星(520,525,530)路由所述星簇内通信。

3. 根据权利要求2所述的卫星通信系统,所述卫星通信系统还包括:

所述不同多个辅助卫星(520,525,530)中的第三辅助卫星(110,220,525),所述第三辅助卫星在轨道上被配置为使用所述第一通信协议来与所述第二网关卫星(105,510)通信,其中所述第三辅助卫星(110,220,525)包括第三有效载荷类型;并且

其中所述第一网关卫星(105,205,505)经由所述第二网关卫星(105,510)在所述第一辅助卫星(110,210,515)与所述第三辅助卫星(110,220,525)之间路由通信。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的卫星通信系统,其中所述第一有效载荷类型根据第二通信协议为航空设备(120,230,545)、地面设备(120,225,535)或两者提供第一通信服务。

5. 根据权利要求4所述的卫星通信系统,其中所述第二有效载荷类型根据第三通信协议为所述航空设备(120,230,545)、所述地面设备(120,225,535)或两者提供第二通信服务,并且其中所述第一网关卫星(105,205,505)使用所述第一通信协议在所述第一辅助卫星(110,210,515)与所述第二辅助卫星(110,215,520)之间路由所述通信。

6. 根据权利要求5所述的卫星通信系统,其中:

所述第二通信协议与第一频率范围相关联;并且

所述第三通信协议与第二频率范围相关联。

7. 根据权利要求5所述的卫星通信系统,其中:

所述第二通信协议与第一分包方案、第一密码方案和第一编码方案相关联；

所述第三通信协议与第二分包方案、第二密码方案和第二编码方案相关联；并且

所述第一网关卫星(105,205,505)在所述第一分包方案、所述第一密码方案或所述第一编码方案中的至少一者与所述第二分包方案、所述第二密码方案或所述第二编码方案中的对应一者之间转换以便为所述第一辅助卫星(110,210,515)或所述第二辅助卫星(110,215,520)路由所述通信。

8. 根据权利要求1至3中任一项所述的卫星通信系统,其中所述第二有效载荷类型被配置为使用第一传感器类型来收集信息,并且其中所述第二辅助卫星(110,215,520)使用所述第一通信协议来与所述第一网关卫星(105,205,505)传送所述信息。

9. 根据权利要求1至3中任一项所述的卫星通信系统,其中所述第一网关卫星(105,205,505)在所述第一辅助卫星(110,210,515)或所述第二辅助卫星(110,215,520)与具有第三轨道的商业通信卫星(115,920)之间路由所述通信。

10. 根据权利要求1至3中任一项所述的卫星通信系统,其中所述第一网关卫星(110,210,515)使用所述第一通信协议经由全向天线来与所述第一辅助卫星(110,215,520)和所述第二辅助卫星(110,215,520)通信。

11. 根据权利要求1至3中任一项所述的卫星通信系统,其中在所述第一网关卫星(105,205,505)安装在所述第一轨道中之后所述第一辅助卫星(110,210,515)或所述第二辅助卫星(110,215,520)中的至少一者与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合。

12. 根据权利要求1至3中任一项所述的卫星通信系统,其中所述第一网关卫星(105,205,505)在由所述第一辅助卫星(110,210,515)使用的第二通信协议与由所述第二辅助卫星(110,210,515)使用的第三通信协议之间转换,其中至少部分地基于所述转换来使用所述第一通信协议路由所述星簇内通信。

13. 一种在第一网关卫星(105,205,505)处的方法,所述第一网关卫星具有第一轨道并且使用第一通信协议为与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合的多个辅助卫星提供星簇内通信链路(140,245,570),所述方法包括:

使用所述第一通信协议从所述多个辅助卫星中的包括第一有效载荷类型的第一辅助卫星(110,210,515)接收通信;

选择所述多个辅助卫星中的包括第二有效载荷类型的第二辅助卫星(110,215,520)以作为多个目的节点之中的目的节点用于路由所述通信,所述多个目的节点包括所述多个辅助卫星、具有第二轨道的第二网关卫星(105,510)以及具有第三轨道的商业通信卫星(115,920);以及

将与所述通信相关联的信息传输到所述目的节点。

14. 根据权利要求13所述的方法,所述方法还包括:

至少部分地基于所述接收来确定对访问所述第二有效载荷类型的请求包括在所述通信中,

其中选择所述目的节点包括至少部分地基于所述确定来选择所述第二辅助卫星(110,215,520)。

15. 根据权利要求14所述的方法,所述方法还包括:

响应于所传输的信息而使用所述第一通信协议从所述第二辅助卫星(110,215,520)接

收与所述第二有效载荷类型相关联的第二通信。

16. 根据权利要求13所述的方法,所述方法还包括:

至少部分地基于所述接收来确定对访问与所述第二网关卫星(105,510)发生轨道耦合的第三辅助卫星(110,220,525)的第三有效载荷类型的请求包括在所述通信中,

其中选择所述目的节点包括至少部分地基于所述确定来选择所述第二网关卫星(105,510)。

17. 根据权利要求13所述的方法,所述方法还包括:

至少部分地基于所述接收来确定所述通信指向由所述第二辅助卫星(110,215,520)提供通信服务的设备(120,230,545),

其中选择所述目的节点包括至少部分地基于所述确定来选择所述第二辅助卫星(110,215,520)。

18. 根据权利要求13所述的方法,所述方法还包括:

至少部分地基于所述接收来确定所述通信指向由与所述第二网关卫星(105,510)发生轨道耦合的第三辅助卫星(110,520,525)提供通信服务的设备(120,540,545),

其中选择所述目的节点包括至少部分地基于所述确定来选择所述第二网关卫星(105,510)。

19. 根据权利要求13至18中任一项所述的方法,其中所述第一辅助卫星(110,210,515)被配置用于第二通信协议并且所述第二辅助卫星(110,215,520)被配置用于第三通信协议。

20. 根据权利要求13至18中任一项所述的方法,所述方法还包括:

网关卫星使用第二通信协议从所述第二网关卫星(105,510)接收第二通信;

至少部分地基于所述接收来确定所述通信指向所述第二辅助卫星(110,215,520);以及

至少部分地基于所述确定来将所述第二辅助卫星(110,215,520)选择为第二目的节点。

21. 根据权利要求13至18中任一项所述的方法,所述方法还包括:

网关卫星使用第二通信协议从所述商业通信卫星(115,920)接收第二通信;

至少部分地基于所述接收来确定所述通信指向所述第二辅助卫星(110,215,520);以及

至少部分地基于所述确定来将所述第二辅助卫星(110,215,520)选择为第二目的节点。

22. 根据权利要求13至18中任一项所述的方法,所述方法还包括:

向所述多个辅助卫星传输命令,所述命令指示所述多个辅助卫星修改轨道路径。

23. 根据权利要求13至18中任一项所述的方法,所述方法还包括:

使用所述第一通信协议来识别与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合的第一组辅助卫星(210,215),其中所述第一组辅助卫星包括所述第一辅助卫星(110,210,515)和所述第二辅助卫星;以及

在识别所述第一组辅助卫星之后使用所述第一通信协议来发现与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合的第二组辅助卫星(220),其中所述第二组辅助卫星包括具有

与所述第一有效载荷类型和所述第二有效载荷类型不同的第三有效载荷类型的至少第三辅助卫星(110,220,525)。

24.根据权利要求13至18中任一项所述的方法,其中所述通信包括根据第二通信协议组成的数据包,所述方法还包括:

将来自所述数据包的数据从所述第二通信协议转换为由所述第二辅助卫星使用的第三通信协议,

其中选择所述目的节点包括至少部分地基于所述转换来选择所述第二辅助卫星(110,215,520)。

25.根据权利要求13至18中任一项所述的方法,其中所述第一网关卫星(105,205,505)在由所述第一辅助卫星(110,210,515)使用的第二通信协议与由所述第二辅助卫星(110,210,515)使用的第三通信协议之间转换。

26.一种在提供通信服务的第一辅助卫星(110,210,515)处的方法,所述方法包括:

使用第一通信协议来与第一网关卫星(105,205,505)建立连接,其中所述第一辅助卫星(110,210,515)与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合;

使用第二通信协议来接收通信;

确定所述通信指向与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合的第二辅助卫星(110,215,520)或由所述第二辅助卫星(110,215,520)提供服务的设备(120);以及

至少部分地基于所述确定来使用所述第一通信协议将来自所述通信的数据传输到所述第一网关卫星(105,205,505),所述第一网关卫星(105,205,505)被配置为将所述来自所述通信的数据直接路由到所述第二辅助卫星(110,215,520)。

27.根据权利要求26所述的方法,所述方法还包括:

根据所述第一通信协议来对所述通信的至少一部分进行解码,其中所述确定至少部分地基于解码的数据包。

28.根据权利要求27所述的方法,所述方法还包括:

至少部分地基于所述解码来获得与所述第二辅助卫星(110,215,520)相关联的第一地址,其中所述确定包括确定与和所述第一辅助卫星(110,210,515)相关联的第二地址不同的所获得的地址。

29.根据权利要求26至28中任一项所述的方法,所述方法还包括:

使用所述第二通信协议来接收第二通信;

确定所述通信指向与第二网关卫星(105,510)发生轨道耦合的第三辅助卫星(110,215,520)或由所述第三辅助卫星(110,215,520)提供第二服务的第二设备(120),所述第二网关卫星具有第二轨道;以及

至少部分地基于所述确定来使用所述第一通信协议将来自所述通信的数据传输到所述第一网关卫星(105,205,505),所述第一网关卫星(105,205,505)被配置为经由所述第二网关卫星(105,510)将所述来自所述通信的数据间接路由到所述第三辅助卫星(110,215,520)。

30.根据权利要求26至28中任一项所述的方法,其中所述第一网关卫星(105,205,505)被进一步配置为在由所述第一辅助卫星(110,210,515)使用的所述第二通信协议与由所述第二辅助卫星(110,210,515)使用的第三通信协议之间转换。

31. 一种第一网关卫星 (105, 205, 505), 所述第一网关卫星具有第一轨道并且使用第一通信协议为与所述第一网关卫星 (105, 205, 505) 发生轨道耦合的多个辅助卫星提供星簇内通信链路 (140, 245, 570), 所述第一网关卫星包括:

处理器;

存储器, 所述存储器与所述处理器耦合; 和

指令, 所述指令存储在所述存储器中并且能够由所述处理器执行以致使所述第一网关卫星 (105, 205, 505):

使用所述第一通信协议从所述多个辅助卫星中的包括第一有效载荷类型的第一辅助卫星 (110, 210, 515) 接收通信;

选择所述多个辅助卫星中的包括第二有效载荷类型的第二辅助卫星 (110, 215, 520) 以作为多个目的节点之中的目的节点用于路由所述通信, 所述多个目的节点包括所述多个辅助卫星、具有第二轨道的第二网关卫星 (105, 510) 以及具有第三轨道的商业通信卫星 (115, 920); 以及

将与所述通信相关联的信息传输到所述目的节点。

32. 根据权利要求31所述的第一网关卫星 (105, 205, 505), 其中所述指令由所述处理器能够进一步执行以致使所述第一网关卫星 (105, 205, 505):

至少部分地基于所述接收来确定对访问所述第二有效载荷类型的请求包括在所述通信中。

33. 根据权利要求31或32中任一项所述的第一网关卫星 (105, 205, 505), 其中所述处理器能够进一步执行以致使所述第一网关卫星 (105, 205, 505):

响应于所传输的信息而使用所述第一通信协议从所述第二辅助卫星 (110, 215, 520) 接收与所述第二有效载荷类型相关联的第二通信。

34. 根据权利要求31所述的第一网关卫星 (105, 205, 505), 其中所述处理器能够进一步执行以致使所述第一网关卫星 (105, 205, 505):

至少部分地基于所述接收来确定对访问与所述第二网关卫星 (105, 510) 发生轨道耦合的第三辅助卫星 (110, 220, 525) 的第三有效载荷类型的请求包括在所述通信中。

35. 根据权利要求31所述的第一网关卫星 (105, 205, 505), 其中所述处理器能够进一步执行以致使所述第一网关卫星 (105, 205, 505):

至少部分地基于所述接收来确定所述通信指向由所述第二辅助卫星 (110, 215, 520) 提供通信服务的设备 (120, 230, 545)。

36. 根据权利要求31所述的第一网关卫星 (105, 205, 505), 其中所述处理器能够进一步执行以致使所述第一网关卫星 (105, 205, 505):

至少部分地基于所述接收来确定所述通信指向由与所述第二网关卫星 (105, 510) 发生轨道耦合的第三辅助卫星 (110, 520, 525) 提供通信服务的设备 (120, 540, 545)。

37. 根据权利要求31或32中任一项所述的第一网关卫星 (105, 205, 505), 其中所述指令由所述处理器能够进一步执行以致使所述第一网关卫星 (105, 205, 505):

在由所述第一辅助卫星 (110, 210, 515) 使用的第二通信协议与由所述第二辅助卫星 (110, 210, 515) 使用的第三通信协议之间转换。

38. 一种提供通信服务的第一辅助卫星 (110, 210, 515), 所述第一辅助卫星包括:

处理器；

存储器，所述存储器与所述处理器耦合；和

指令，所述指令存储在所述存储器中并且能够由所述处理器执行以致使所述第一辅助卫星(110,210,515)：

使用第一通信协议来与第一网关卫星(105,205,505)建立连接，其中所述第一辅助卫星与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合；

使用第二通信协议来接收通信；

确定所述通信指向与所述第一网关卫星(105,205,505)发生轨道耦合的第二辅助卫星(110,215,520)或由所述第二辅助卫星(110,215,520)提供服务的设备(120)；以及

至少部分地基于所述确定来使用所述第一通信协议将来自所述通信的数据传输到所述第一网关卫星(105,205,505)，所述第一网关卫星(105,205,505)被配置为将所述来自所述通信的数据直接路由到所述第二辅助卫星(110,215,520)。

39. 根据权利要求38所述的第一辅助卫星(110,210,515)，其中所述处理器能够进一步执行以致使所述第一辅助卫星(110,210,515)：

根据所述第一通信协议来对所述通信的至少一部分进行解码。

40. 根据权利要求39所述的第一辅助卫星(110,210,515)，其中所述处理器能够进一步执行以致使所述第一辅助卫星(110,210,515)：

至少部分地基于所述解码来获得与所述第二辅助卫星(110,215,520)相关联的第一地址。

41. 根据权利要求38至40中任一项所述的第一辅助卫星(110,210,515)，其中所述处理器能够进一步执行以致使所述第一辅助卫星(110,210,515)：

使用所述第二通信协议来接收第二通信；

确定所述通信指向与第二网关卫星(105,510)发生轨道耦合的第三辅助卫星(110,215,520)或由所述第三辅助卫星(110,215,520)提供第二服务的第二设备(120)，所述第二网关卫星具有第二轨道；以及

至少部分地基于所述确定来使用所述第一通信协议将来自所述通信的数据传输到所述第一网关卫星(105,205,505)，所述第一网关卫星(105,205,505)被配置为经由所述第二网关卫星(105,510)将所述来自所述通信的数据间接路由到所述第二辅助卫星(110,215,520)。

42. 根据权利要求38至40中任一项所述的第一辅助卫星(110,210,515)，其中所述第一网关卫星(105,205,505)被进一步配置为在第二通信协议与第三通信协议之间转换。

分散式卫星星座

背景技术

[0001] 下文整体涉及卫星通信,并且更具体地涉及使用分散式卫星星座。

[0002] 当前绕地球运行的卫星共同向用户设备提供多种多样的功能(例如,通信服务、影像服务、定位服务、导航服务、计时服务等)。当前部署的卫星子组可各自提供大量功能,而其他部署的卫星可各自提供少量功能(例如,一个功能)。在一些情况下,提供大量功能的卫星可比提供少量功能的卫星更昂贵、复杂且更大。

[0003] 为了降低制造和部署成本,卫星运营商可发射各自被配置为提供少量功能的一个或多个专用卫星。在一些情况下,专用卫星可使用不同通信协议并且包括支持与其他专用卫星不同的通信方案的无线电部件。因此,专用卫星可能不能彼此通信,并且用户设备在未被配置为包括支持多个专用卫星各自的通信协议和方案的无线电部件的情况下可能不能与多个专用卫星通信。

发明内容

[0004] 所述技术涉及支持分散式卫星星座的改进方法、系统、设备和装置。网关卫星可与各自提供有限数量的功能的一个或多个专用卫星(其也可称为“战术数据链(TDL)卫星”或“辅助卫星”)发生轨道耦合。网关卫星可被配置为在该一个或多个专用卫星之间路由通信。因此,网关卫星可扩展专用卫星的能力以与其他专用卫星所提供的附加功能联网,从而为用户设备提供对可能与用户设备所支持的通信不兼容的附加装备和/或通信链路的访问。

[0005] 网关卫星可被进一步配置为在该一个或多个专用卫星和其他卫星(例如,其他网关卫星、商业通信卫星)之间路由通信。因此,被配置用于商业网络的用户设备可通过网关卫星访问专用卫星。在一些情况下,另一个网关卫星可与另一组一个或多个专用卫星发生轨道耦合。并且这些网关卫星可被配置为通过在这些网关卫星之间中继通信来在与第一网关卫星发生轨道耦合的第一组一个或多个专用卫星和与另一网关卫星发生轨道耦合的另一组一个或多个专用卫星之间路由通信。因此,用户设备可通过一个或多个网关卫星或其他卫星到达位于与用户设备不同的覆盖区域内的其他用户设备。

附图说明

[0006] 图1示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星通信系统的示例。

[0007] 图2示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星通信子系统的各方面。

[0008] 图3和图4示出了如本文所公开的支持和利用分散式卫星星座的过程的各方面。

[0009] 图5示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星通信子系统的各方面。

[0010] 图6至图8示出了如本文所公开的支持和利用分散式卫星星座的过程的各方面。

[0011] 图9示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星通信子系统的各方面。

[0012] 图10和图11示出了如本文所公开的支持和利用分散式卫星星座的过程的各方面。

[0013] 图12示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星控制器的框图。

[0014] 图13示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的示例性网关卫星的框图。

[0015] 图14示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的示例性辅助卫星的框图。

[0016] 图15和图16示出了流程图,这些流程图示出了如本文所公开的支持从主节点链路故障中恢复的方法。

具体实施方式

[0017] 卫星通信系统可包括各自向连接的用户设备提供不同但有限(例如,一个)的功能(或能力)的卫星(其也可称为“战术数据链(TDL)卫星”)。在一些情况下,不同TDL卫星可被配置有支持相应功能和/或用于满足TDL卫星的相应任务目标的不同有效载荷类型。例如,一个TDL卫星可配备有提供单个能力的单种有效载荷类型,并且另一个TDL卫星可配备有提供不同能力的不同有效载荷类型。在一些情况下,TDL卫星还可使用彼此不同的通信协议。为了使用户设备能够访问多个TDL卫星所提供的多个功能,用户设备可被配置有用于执行多个通信协议的指令和/或被配置有多组无线电装备以支持与多个TDL卫星的通信。但将用户设备配置为支持与多个TDL卫星的通信可增加用户设备的成本和/或复杂性。另外,在一些情况下,可因TDL卫星之间的干扰或给定TDL卫星缺乏可用性而阻止与多个TDL卫星的并发通信。

[0018] 另选地,为了向用户设备提供多个功能,可将包括更多功能的卫星安装到轨道中。但将卫星配置为提供更多功能可增加卫星的成本、复杂性和/或大小。另外,在一些情况下,可因功率限制或用于支持不同功能的信令之间的干扰而阻止卫星提供并发功能。此外,安装更高复杂性的卫星可能使用户设备不能够利用已经安装在轨道中的现有TDL卫星。

[0019] 为了增加可供用户设备使用的功能的数量而不增加或最低限度增加用户设备和卫星的成本、复杂性和/或大小,如本文所述的分散式卫星星座可包括在(不能彼此通信的)辅助卫星之间路由通信的网关卫星。辅助卫星可为功能有限或专用的卫星。在一些情况下,辅助卫星可包括现有或新发射的TDL卫星。在一些情况下,网关卫星可与一个或多个辅助卫星发生轨道耦合(或共轨)。即,网关卫星和辅助卫星可以以协调的方式绕轨道运行,使得网关卫星和辅助卫星可保持在整个轨道中的彼此直接通信范围内。例如,网关卫星和辅助卫星可以以一定方式绕轨道运行,使得保持小于1km、小于10km、小于100km、小于1,000km的卫星之间的距离或用于卫星之间的通信的通信协议可有效地操作的某个其他范围。

[0020] 在一些示例中,网关卫星可被配置为将从一个辅助卫星接收的通信路由到另一个辅助卫星。例如,辅助卫星可将来自用户设备接收的通信中继到网关卫星,并且网关卫星可将该通信路由到另一个辅助卫星。在一些情况下,辅助卫星可以使用辅助卫星的功能生成的信息对该通信作出响应。在一些情况下,辅助卫星可将该通信中继到使用与用户设备不同的通信协议的另一个用户设备。通过在辅助卫星之间路由通信,用户设备可获得对辅助卫星所提供的功能(例如,其他有效载荷类型)的访问,而用户设备原本不可访问这些功能—例如,如果辅助卫星使用与用户设备不同的通信协议。另外,通过在辅助卫星之间路由通信,用户设备可与使用与用户设备不同的通信协议的其他用户设备连接。

[0021] 附加地或另选地,网关卫星可被配置为在商业卫星与辅助卫星之间中继通信。例如,网关卫星可从商业卫星接收预期用于辅助卫星的通信并且可将该通信中继到辅助卫星。辅助卫星可对该通信作出响应或将该通信中继到连接的用户设备。通过将网关卫星配置为在辅助卫星与商业卫星之间中继通信,未被配置为在商业网络上通信的用户设备和辅

助卫星可连接到商业网络并且可访问商业网络。另外,可使被配置用于商业网络的用户设备能够访问辅助卫星的功能,而该用户设备和/或未被配置为与该用户设备直接通信的用户设备原本不可访问这些功能。

[0022] 在一些示例中,另一个网关卫星可与一个或多个附加辅助卫星发生轨道耦合。在一些情况下,被配置为在辅助卫星之间路由通信的网关卫星可被进一步配置为在网关卫星之间中继通信。例如,从辅助卫星接收预期用于与另一个网关卫星发生轨道耦合的另一个辅助卫星(例如,由另一辅助卫星服务的用户)的通信的网关卫星可将该通信中继到另一网关卫星。然后另一网关卫星可例如使用上文所讨论的技术和本文所讨论的对应技术将该通信中继到预期辅助卫星。通过部署多个网关卫星,可将用户设备的通信范围扩展到其他覆盖区域以便与使用与该用户设备相同和/或不同的通信协议的用户设备进行通信。另外,可使用户设备能够访问由覆盖其他覆盖区域的辅助卫星所提供的非基于通信的功能(例如,卫星影像服务)。

[0023] 首先在卫星通信系统的上下文中描述本公开的各方面。然后描述用于支持和利用分散式卫星星座的卫星通信子系统和过程的特定示例。通过与分散式卫星星座相关的装置图、系统图和流程图来进一步示出本公开的各方面并且参考这些图来描述这些方面。

[0024] 图1示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星通信系统100的示例。卫星通信系统100可包括网关卫星105、辅助卫星110、商业卫星115、用户设备120和商业网关125。

[0025] 网关卫星105可被配置为在卫星通信系统100内的其他卫星(例如,其他网关卫星105、辅助卫星110和商业卫星115)之间路由通信。在一些情况下,网关卫星105被配置为支持一个或多个通信协议。每个通信协议可与分包、加密和传输技术相关联。分包技术可包括用于打包(例如,分帧、分段、格式化、编码)待传输的数据的技术,这可包括将数据分解成数据部分并且组成包括标头信息和一个或多个数据部分的数据包。加密技术可包括例如使用预共享密钥(例如,公钥密码学)来对数据进行加密的技术。并且传输技术可包括用于传输数据的技术,这可包括为传输选择功率和频率范围。在一些情况下,将加密技术和传输技术组合一例如,可在多个频率范围内按只有传输和接收设备才知道的次序传输一个传输。

[0026] 在一些示例中,网关卫星105可被配置有第一通信协议(其也可称为“网关通信协议”)以与其他网关卫星105、辅助卫星110和/或商业卫星115通信。在其他示例中,网关卫星105可被配置有与其他网关卫星105通信的第一网关通信协议(其也可称为“网关/网关(GW/GW)通信协议”)、与辅助卫星110通信的第二网关通信协议(其也可称为“网关/TDL(GW/TDL)通信协议”)以及与商业卫星115通信的第三网关通信协议(其也可称为“网关/商业(GW/CL)通信协议”)。在一些情况下,GW/GW通信协议和GW/CL通信协议使用广域网(WAN)通信协议或可支持WAN协议通信的协议(例如,可支持传输控制协议(TCP)、用户数据报协议(UDP)、帧中继、综合服务数字网(ISDN)或点对点协议(PPP)的协议)。并且GW/TDL通信协议可使用局域网(LAN)通信协议或可支持LAN通信的协议(例如,可支持以太网、媒体访问控制(MAC)层数据链路信令或无线LAN协议(诸如Wi-Fi)的协议)。在一些情况下,这三个通信协议具有共同特征(例如,这三个通信协议可使用相同分包技术)并且可全部统称为网关通信协议。

[0027] 在一些示例中,网关卫星105可包括与不同类型的卫星通信的多组无线电和无线电部件。在一些情况下,网关卫星105可包括为网关卫星105产生电力(例如,对网关卫星105

处的电池电源充电)的太阳能板阵列。本文参考图12和图13描述了与网关卫星105的配置有关的附加细节。

[0028] 辅助卫星110可被配置为向用户设备120提供功能(例如,通信服务、全球定位服务、成像服务等)。例如,不同辅助卫星110可具有不同有效载荷类型(例如,支持通信协议的通信有效载荷、成像有效载荷、定位有效载荷、导航有效载荷、定时同步有效载荷)。在一些情况下,辅助卫星110被配置为支持一个或多个通信协议。在一些示例中,辅助卫星110可被配置有与使用第一通信协议的其他辅助卫星110、使用第一通信协议的用户设备120和/或网关卫星105通信的第一通信协议(其也可称为“TDL通信协议”)。在一些示例中,辅助卫星110可包括与不同类型的卫星通信的一组无线电和无线电部件。在其他示例中,辅助卫星110可被配置有与使用TDL通信协议的其他辅助卫星110和用户设备120通信的TDL通信协议以及与网关卫星105通信的第二通信协议(例如,GW/TDL通信协议)。在一些示例中,辅助卫星110可包括与不同类型的卫星通信(例如,与共用通信协议的其他辅助卫星110和网关卫星105通信)的一组无线电和无线电部件。在一些情况下,成像有效载荷可包括例如光学相机、红外相机、高光谱成像、合成孔径雷达(SAR)成像等。

[0029] 在一些情况下,辅助卫星110可向用户设备120提供TDL。提供TDL的辅助卫星110可为向用户设备120提供有限数量(例如,一个)功能的功能有限(或专用)的卫星。在一些情况下,提供第一TDL的第一辅助卫星110可使用第一波形和密码方案来通信,并且第二辅助卫星110可使用第二波形和密码方案来通信。在一些情况下,辅助卫星110可包括为辅助卫星110产生电力(例如,对辅助卫星110处的电池电源充电)的太阳能板阵列。本文参考图12和图14描述了与辅助卫星110的配置有关的附加细节。

[0030] 商业卫星115可被配置为向用户设备120提供宽带服务(例如,互联网服务、音频或视频广播服务等)。在一些情况下,商业卫星115被配置为支持一个或多个通信协议。在一些示例中,商业卫星115可被配置有与网关卫星105、用户设备120和商业网关125通信的第一通信协议(其也可称为“商业通信协议”)。在一些示例中,商业卫星115可包括与不同类型的卫星通信的一组无线电和无线电部件。在其他示例中,商业卫星115可被配置有与用户设备120和商业网关125通信的商业通信协议以及与网关卫星105通信的第二通信协议(例如,GW/CL通信协议)。在一些示例中,商业卫星115可包括与不同类型的卫星通信的多组无线电和无线电部件。在一些情况下,商业卫星115可包括为商业卫星115产生电力(例如,对商业卫星115处的电池电源充电)的太阳能板阵列。

[0031] 用户设备120可被配置为向或为用户(例如,人类用户、传感器等)提供功能。用户设备120可包括蜂窝电话、个人设备助理、电视机、计算机、陆地车辆(诸如汽车、坦克等)、飞行器(诸如飞机、直升机、无人机等)。在一些情况下,用户设备120可包括遥感设备、监视装备和军用仪器。用户设备120还可包括为用户设备的网络存储信息的计算机服务器。

[0032] 商业网关125可被配置为在商业卫星115与基于地球的商业信息网络(例如,互联网)之间路由通信。在一些情况下,商业信息网络可为由重大基础设施(例如,商业卫星115、大数据服务器和数英里网络电缆)支持的信息网络。商业网关125可为陆基或空基的。在一些情况下,商业网关125可包括卫星碟形天线,该卫星碟形天线被配置为向商业卫星115传输信号并从这些商业卫星接收信号。在一些情况下,商业网关125可被配置为支持一个或多个通信协议。在一些示例中,商业网关125可被配置有与商业卫星115和用户设备120通信的

第一通信协议(其也可称为“商业网关通信协议”)。在其他示例中,商业网关125可被配置有与商业卫星115通信的商业网关通信协议以及与用户设备120(诸如可用于将通信中继到个人用户设备120的网络服务器)通信的第二通信协议(其也可称为“网络协议”)。

[0033] 可将卫星发射到不同轨道中。例如,可将卫星发射到地球同步轨道(GEO)、中地球轨道(MEO)、低地球轨道(LEO)或高椭圆轨道(HEO)中。GEO卫星可以以与地球的旋转速度匹配的速度绕地球运行,因此可保持在相对于地球上的某点的单个位置。LEO卫星可以以超过地球的旋转速度的速度绕地球运行,因此卫星相对于地球上的某点的位置可随着卫星在LEO中行进而改变。可以以低倾角(例如,赤道低地球轨道(ELEO))或高倾角(例如,极地轨道)发射LEO卫星以对地球的给定区域提供不同类型的覆盖和重访时间。MEO卫星还可以以超过地球的旋转速度的速度绕地球运行,但可处于比LEO卫星更高的高度。HEO卫星可以以椭圆模式绕地球运行,在该模式下卫星在整个HEO中靠近和远离地球。在一些示例中,可将网关卫星105和辅助卫星110放置到LEO中,并且可将商业卫星115放置到GEO中。

[0034] 卫星可与位于相应地理覆盖区域135内的用户设备通信。卫星的地理覆盖区域135可基于卫星是否具有至用户设备120的直接通信路径(其也可称为“视距”覆盖)。在一些情况下,处于不同轨道中的卫星可提供不同覆盖水平。例如,基于LEO卫星更接近地球,LEO中的卫星在任何一个时间均可覆盖比GEO卫星更小的地理区域。另外,由于LEO中的卫星相对于地球上的某点的位置随着卫星绕轨道一周而改变,卫星的当前地理覆盖区域135也随着卫星绕轨道一周而改变—即,用户设备120可与卫星通信的地球的地理区域可随卫星而移动。

[0035] 在一些情况下,卫星限于与位于卫星的当前地理覆盖区域135内的用户设备120通信(其也可称为视距操作)。例如,提供通信服务的LEO卫星可限于连接卫星的当前地理覆盖区域135内的用户设备120。在一些情况下,为了在整个地球中提供恒定覆盖,可将多个卫星(或卫星星座)策略性地部署在LEO内并且(例如,经由交叉链路)通信地链接在一起,以使得多个卫星的所组合的地理覆盖区域135可始终覆盖大部分或全部服务区域。在一些情况下,多个卫星可使用不同LEO(例如,不同高度、不同倾角)来部署,和/或部署在相同LEO(例如,相同高度、相同倾角)的不同时间/位置轨位(slot)内。在一些示例中,星簇130内的第一网关卫星105和辅助卫星110可定位在第一LEO中,并且另一个星簇130内的第二网关卫星105和辅助卫星110可定位在第二LEO内。在一些情况下,星簇130也可称为小型星座。第一LEO和第二LEO可具有不同高度或倾角,或可具有相同高度和倾角但轨道内的时间/位置轨位不同。服务区域可与卫星或卫星星座提供服务的整个地理区域相关联,即使当前在特定时间仅向地理区域的一部分提供该服务,也是如此。

[0036] 卫星可用于向用户设备120提供各种各样的功能(例如,全球定位服务、地球感测服务、卫星成像服务、语音通信服务、数据通信服务等)。在一些情况下,某些轨道中的卫星可更适合向用户设备120提供某些功能—例如,LEO中的卫星可用于向卫星电话提供低延迟通信服务,而GEO中的卫星可用于监测特定区域中的天气模式。

[0037] 在一些情况下,单个卫星(例如,被配置为TDL的辅助卫星110)可用于向用户设备120提供单个功能。在其他情况下,单个卫星可用于向用户设备提供多个功能—例如,单个卫星可用于为用户设备提供全球定位服务、通信服务和潜在的附加服务。在一些情况下,能够向用户设备提供多个功能的卫星可比能够提供更少(例如,一个)功能的卫星更大、更重

和/或更复杂(例如,在机械和电气上)。另外,相对于提供更少功能的卫星,与发射提供多个功能的卫星相关联的费用可能会增加(例如,如果为了支持多个功能而增加卫星的尺寸和重量)。另外,在一些情况下,卫星可能不能提供功能的某些组合(例如,如果一个功能的信令会干扰另一个功能的信令)。

[0038] 在一些情况下,用户设备120可使用单个通信协议来与卫星通信(例如,如果卫星提供单个功能或对多个功能使用相同通信协议)。通信协议可包括用于打包数据的方法(例如,用于将数据分解成更小部分、生成标头信息等的方法)、用于对数据进行加密的方法和/或用于传输数据的方法(例如,用于在特定频率范围内的频率内执行传输的方法)。在其他情况下,用户设备120可使用多个通信协议来与卫星通信(例如,如果卫星对多个功能使用多个通信协议)。

[0039] 在一些情况下,专用卫星的网络可用于向用户设备120提供多个功能。即,多个功能可跨多个专用卫星分布—例如,第一卫星可向用户设备120提供第一功能,第二卫星可向用户设备120提供第二功能和第三功能,第三卫星可向用户设备120提供第四功能,以此类推。在一些情况下,第一专用卫星可在第一频率范围内传输,并且第二专用卫星可在第二频率范围内传输。在一些情况下,专用卫星的网络可以以协调的方式形成—例如,专用卫星的网络可包括由单个运营商部署的多个卫星。在其他情况下,卫星的网络可以以不协调的方式形成—例如,专用卫星的网络可包括由多个运营商部署的多个卫星。通过使功能跨多个专用卫星分布而不是将所有功能包括到单个卫星中,可为用户设备120提供各种各样的功能,并且可使为用户设备120服务的卫星的大小和复杂性保持在合理水平。

[0040] 在一些情况下,用户设备120可使用单个通信协议来与专用卫星的网络通信(例如,如果单个运营商部署专用卫星)。在其他情况下,用户设备120可使用多个通信协议来与专用卫星的网络通信(例如,如果不同运营商独立地部署专用卫星)。例如,如果用户设备120使用多个通信协议来与专用卫星的网络通信,则用户设备120可使用第一通信协议来与提供全球定位服务的第一专用卫星通信并且使用第二通信协议来与提供通信服务的第二专用卫星通信。

[0041] 使用多个通信协议来与单个卫星或专用卫星的网络通信可增加卫星和用户设备120的成本、大小和/或复杂性。即,卫星可包括支持多个通信协议的附加电路并且被编程为具有支持多个通信协议的附加指令—例如,卫星可具有支持与第一专用卫星的通信的第一组部件和指令以及支持与第二专用卫星的通信的第二组部件和指令。类似地,用户设备120可包括支持多个通信协议的附加电路和编程。

[0042] 另外,在一些情况下,用户设备120可从专用卫星的网络访问的功能的数量可受到用户设备120的能力的限制—例如,限于支持两个通信协议的用户设备120可限于访问由也使用这两个通信协议的卫星提供的功能。因此,用户设备120可能不能访问在用户设备120的通信范围内但使用不支持的通信协议或不兼容的无线电装备的卫星的期望功能—例如,用户设备120可能不能访问先前或近期发射的提供将有益于用户设备120的不同或增强功能的卫星。

[0043] 另外,使用不同通信协议的专用卫星可能不能彼此通信。因此,使用由第一专用卫星提供的第一功能(例如,通信服务)的用户设备120可能不能与也使用由第二专用卫星提供的第一功能的另一个用户设备120通信—例如,由于第一专用卫星和第二专用卫星可能

不能彼此通信。在一些情况下,第一专用卫星和第二专用卫星可由不同运营商部署。在其他情况下,第一专用卫星和第二专用卫星可由相同运营商部署。

[0044] 为了增加可供用户设备120使用的卫星功能的数量而不增加或轻微增加卫星或用户设备的复杂性和/或大小,可使用包括提供专用功能的卫星和在不兼容的卫星(例如,使用不同通信协议的卫星)之间路由通信的卫星在内的卫星星座(其也可称为星簇)。

[0045] 例如,为了降低卫星网络中的专用卫星的复杂性和大小,网关卫星105可向包括在星簇130中的辅助卫星110及在这些辅助卫星之间提供路由服务。在一些情况下,包括在星簇130中的网关卫星105和辅助卫星110可彼此发生轨道耦合。即,网关卫星105和辅助卫星110可保持在整个其轨道中的彼此直接通信范围内—示例性直接通信可包括以从辅助卫星110传输到网关卫星105的信号传送的通信。在一些示例中,星簇130内的辅助卫星110可仅与网关卫星105直接通信。在一些情况下,辅助卫星110可与星簇130内的其他辅助卫星110通信(例如,可用作网关卫星105与其他辅助卫星110之间的中继器)。在一些示例中,网关卫星105与辅助卫星110之间的通信路径可由GW/TDL通信链路140表示。在一些情况下,GW/TDL通信链路140也可称为星簇内通信链路。

[0046] 在一些情况下,部署网关卫星和辅助卫星以使轨道保持在彼此的一定距离内—例如,在数公里、数十公里或数百公里内。在一些情况下,网关卫星105可使用全向天线或一个或多个定向天线来与在空间上布置在网关卫星105周围的辅助卫星110保持连接。因此,轨道耦合的卫星可在适合可用于卫星应用的功率电平下通信的彼此范围内绕轨道运行。在一些情况下,辅助卫星在一定位置中进行取向,使得定向通信链路能够与网关卫星105保持在一起。在一些情况下,多个星簇130可被配置为形成星簇130的星座。

[0047] 在一些情况下,星簇130内的轨道耦合的卫星定位在相同轨道平面中。

[0048] 在一些情况下,网关卫星105可用于在提供第一功能(例如,通信服务)并使用第一通信协议的第一辅助卫星110与提供第二功能(例如,不同通信服务或卫星成像服务)并使用第二通信协议的第二辅助卫星110之间路由通信。在一些情况下,网关卫星105可不向用户设备120提供直接功能。

[0049] 在一些情况下,第一辅助卫星110可使用第一频率范围来传输,并且第二辅助卫星110可使用第二频率范围来传输。在一些示例中,第一辅助卫星110和第二辅助卫星可部署在与网关卫星105相关联的相同星簇130中。在一些情况下,第一辅助卫星110的当前地理覆盖区域135和第二辅助卫星110的当前地理覆盖区域135可完全或基本上重叠。在一些示例中,这两个地理覆盖区域135均可包括使用第一通信协议的特定用户设备120。

[0050] 例如,连接到第一辅助卫星110的用户设备120可寻求从第二辅助卫星110获得信息。用户设备120可根据第一通信协议经由第一TDL通信链路160将通信传输到第一辅助卫星110。根据第一通信协议来传输该通信可包括构建符合第一通信协议的数据包,使用第一通信协议所使用的加密方案来对数据包中的数据进行加密,以及根据第一通信协议所规定的物理层在某些频率资源内传输数据包。在一些情况下,该通信可预期用于使用不同通信协议的另一个用户设备120或可请求第一辅助卫星110未提供的功能。第一辅助卫星110可确定第一辅助卫星110不能完成该通信,并且可经由GW/TDL通信链路140将该通信或该通信中包括的数据中继到网关卫星105。在一些情况下,可使用第一通信协议和/或将网关卫星105连接到辅助卫星110的网关通信协议来中继该通信或数据。

[0051] 网关卫星105可对该中继的通信的全部或一部分进行解码以确定该通信的目的地。例如,网关卫星105可基于确定第二辅助卫星110与作为该通信的预期接收者的用户设备120通信来确定第二辅助卫星110是该通信的目的地。在另一个示例中,网关卫星105可基于确定第二辅助卫星110提供该通信中请求的功能来确定第二辅助卫星110是该通信的目的地。然后网关卫星105可经由GW/TDL通信链路140将该通信或来自该通信的数据中继(或转发)到第二辅助卫星110—例如,通过使用第二通信协议和/或网关通信协议来传输该通信或数据。

[0052] 第二辅助卫星110可接收并处理该中继的通信。在一些示例中,第二辅助卫星110可通过识别预期用户并且经由第二TDL通信链路165将该通信中继到预期用户设备120来完成该中继的通信。在一些示例中,第二辅助卫星110可执行所请求的功能(例如,可识别所识别的区域的图像)并且经由GW/TDL通信链路140将包括所请求的信息的第二通信传输回网关卫星105。然后网关卫星105可经由GW/TDL通信链路140将第二通信中继到第一辅助卫星110,该第一辅助卫星可经由第一TDL通信链路160将第二通信中继到初始用户设备120。通过使用网关卫星105在第一辅助卫星110与第二辅助卫星110之间路由通信,用户设备120可能能够经由第一辅助卫星110和网关卫星105来访问第二辅助卫星110的第二功能。即,网关卫星105可提供不兼容的辅助卫星110之间的互操作性。

[0053] 在一些情况下,网关卫星105可用于在提供第一功能(例如,通信服务)并使用第一通信协议的第一辅助卫星110和提供第一功能并使用第一通信协议但在与第一辅助卫星110的通信范围之外的第二辅助卫星110之间路由通信。在一些示例中,第一辅助卫星110可部署在以第一网关卫星105为中心的第一星簇130中,并且第二辅助卫星110可部署在以第二网关卫星105为中心的第二星簇130中。在一些情况下,第一辅助卫星110的当前地理覆盖区域135和第二辅助卫星110的当前地理覆盖区域135可完全或基本上不重叠。在一些示例中,这些地理覆盖区域135中的仅一个地理覆盖区域可包括特定用户设备120。

[0054] 例如,连接到第一辅助卫星110的用户设备120可寻求将通信发送至连接到第二辅助卫星110的第二用户设备120。用户设备120根据第一通信协议经由第一TDL通信链路160将通信传输到第一辅助卫星110。在一些情况下,第一辅助卫星110可能不能将该通信中继到第二辅助卫星110(例如,由于传输约束)。因此,第一辅助卫星110可经由GW/TDL通信链路140将该通信中继到第一网关卫星105(例如,与第一辅助卫星110的星簇相关联的网关卫星105)。第一网关卫星105可经由GW/GW通信链路145将该通信中继到为第二辅助卫星110服务的第二网关卫星105。第二网关卫星105可经由GW/TDL通信链路140将该通信中继到第二辅助卫星110。并且第二辅助卫星110可经由第一TDL通信链路160将该通信发送到第二用户设备120。在一些示例中,用户设备120可类似地访问连接到第二网关卫星105的第二辅助卫星110的第二功能(例如,卫星成像)。

[0055] 通过使用多个网关卫星105在辅助卫星110之间中继通信,用户设备120可能能够获得先前不可用的超视距信息。即,用于辅助卫星110所提供的服务的地理覆盖区域135(该辅助卫星自身限于向当前地理覆盖区域135提供该服务)可扩展到当前由其他辅助卫星110覆盖的附加地理覆盖区域135。另外,用户设备120可能能够访问辅助卫星110的功能(例如,卫星成像服务),该辅助卫星当前覆盖与连接到用户设备120的或在该用户设备的通信范围内的另一个辅助卫星110不同的地理覆盖区域135—例如,被配置用于通信服务的用户设备

120可获得一定地理区域的卫星成像,该地理区域不在向用户设备120提供通信服务的辅助卫星110和/或为地理覆盖区域135提供成像服务的辅助卫星110的地理覆盖区域135内。

[0056] 在一些情况下,网关卫星105可用于在提供第一功能(例如,通信服务)并使用第一通信协议的第一辅助卫星110与提供对商业信息网络(例如,互联网)的访问并使用第二通信协议(例如,互联网协议)的商业卫星115之间路由通信。

[0057] 例如,连接到第一辅助卫星110的用户设备120可寻求访问商业信息网络。用户设备120可根据第一通信协议经由第一TDL通信链路160将通信传输到第一辅助卫星110。第一辅助卫星110可不具有至商业信息网络的直接连接,因此可经由GW/TDL通信链路140将该通信中继到网关卫星105。在确定该通信指向商业信息网络(例如,根据路由表,该通信的下一跳是商业通信卫星)之后,网关卫星105可经由GW/CL通信链路150将该通信中继到商业卫星115。商业卫星115可经由商业网关通信链路155将该通信中继到商业网关125。并且商业网关125可经由网络通信链路170将该通信中继到所请求的用户设备120(例如,服务器或个人设备)。网络通信链路170可为有线或无线通信链路并且可跨越一个或多个网络(例如,内联网或互联网)。在一些情况下,商业网关125可将该通信中继到服务器,该服务器可处理该通信或将该通信中继到个人用户设备120。在一些示例中,用户设备120可通过经由商业网关125、商业卫星115和网关卫星105将通信传输到辅助卫星110来类似地访问未被配置用于商业信息网络的辅助卫星110的功能。在一些示例中,商业卫星115可被配置为在网关卫星105之间路由通信。

[0058] 通过使用商业卫星115和网关卫星105向和从辅助卫星110路由通信,原本不能访问商业信息网络的辅助卫星110可连接到商业信息网络。因此,连接到商业信息网络的任何用户设备120可获得对辅助卫星110所获得的信息的访问,而不论辅助卫星110的位置如何。

[0059] 使用与网关卫星105相关联的星簇130还可使附加功能能够随时间推移而向用户设备120提供一例如,通过在网关卫星105发射和/或运行之后将辅助卫星110添加到与网关卫星相关联的星簇130。在一些情况下,通过将辅助卫星110发射到与网关卫星105发生轨道耦合的位置中来将辅助卫星110添加到星簇130。在一些情况下,网关卫星105可使用网关通信协议来识别新发射的辅助卫星110。在一些情况下,添加的辅助卫星110可提供与连接到网关卫星105的辅助卫星110当前提供的功能不同的功能。在一些情况下,添加的辅助卫星110还可使用与当前连接的辅助卫星110和/或用户设备120不同的通信协议。但添加的辅助卫星可能能够使用网关通信协议来与网关卫星105通信。因此,网关卫星105可能能够在新添加的辅助卫星110与先前连接的辅助卫星110之间路由通信。通过使用网关卫星105在不兼容的辅助卫星110之间路由通信,用户设备120可从原本不兼容的辅助卫星110访问新功能。

[0060] 在一些情况下,添加到与网关卫星105相关联的星簇130的辅助卫星110可向先前连接到网关卫星105的辅助卫星110提供冗余功能。通过将提供冗余功能的辅助卫星110发射到星簇130中,星簇130可变得对辅助卫星110的故障更具稳健性或能够支持附加用户设备120或更高数据速率。

[0061] 因此,通过部署包括辅助卫星110和网关卫星105(该网关卫星在提供共同或不同功能的不兼容的卫星之间提供连接)的星簇130,可将独立卫星的集合转变成卫星的互连网络。因此,可供访问辅助卫星110之一的用户设备120使用的功能可扩展到访问其他辅助

卫星110所提供的原本不可访问的功能。另外,可在使用各自提供有限数量的功能的低复杂性卫星的同时向用户设备120提供各种各样的功能,而无需在卫星或用户设备120处配置多个通信协议。

[0062] 在一些情况下,网关卫星105可被配置为向星簇130内的辅助卫星110提供命令和控制。例如,辅助卫星110可不支持与地面站就命令和控制进行直接通信,因此网关卫星105可支持辅助卫星110的单个命令和控制接口。在一些示例中,网关卫星105可确定辅助卫星的命令(例如,基于确定轨道变化、定位变化或天线指向变化、通信参数变化)。例如,网关卫星105可包括用于确定何时修改辅助卫星110的设置或轨道特征的传感器或其他设备。附加地或另选地,网关卫星105可(例如,经由地面链路或至商业通信卫星的链路)从控制中心接收辅助卫星110的命令。在一些情况下,该命令和控制与将辅助卫星110的轨道保持在星簇130内的指令相关联。在一些示例中,网关卫星105可发送指示一个或多个辅助卫星110修改轨道路径(例如,校正辅助卫星110的轨道或避开碎片)的命令。在一些示例中,网关卫星105可发送指示一个或多个辅助卫星110脱离轨道的命令。

[0063] 图2示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星通信子系统200的各方面。卫星通信子系统200可包括网关卫星205,该网关卫星可为参考图1描述的网关卫星的示例。网关卫星205可为LEO卫星。

[0064] 卫星通信子系统200可包括第一辅助卫星210、第二辅助卫星215和第三辅助卫星220,它们可为参考图1描述的辅助卫星的示例。第一辅助卫星210、第二辅助卫星215和第三辅助卫星220可与网关卫星205发生轨道耦合,如参考图1一般性地描述的。因此,网关卫星205、第一辅助卫星210、第二辅助卫星215和第三辅助卫星220可布置在星簇235内并且可使用第一GW/TDL通信链路245、第二GW/TDL通信链路250和第三GW/TDL通信链路255来彼此通信,如参考图1一般性地描述的。

[0065] 在一些情况下,第一辅助卫星210可被配置用于第一TDL通信协议,第二辅助卫星215可被配置用于第二TDL通信协议,并且第三辅助卫星220可被配置用于第三TDL通信协议。在一些情况下,可将附加辅助卫星添加到星簇235中—例如,通过将辅助卫星发射到与网关卫星205发生轨道耦合的位置中。在一些情况下,网关卫星205可通过根据网关通信协议传输发现消息来识别与网关卫星205发生轨道耦合的辅助卫星。

[0066] 卫星通信子系统200可包括第一用户设备225和第二用户设备230,它们可为参考图1描述的用户设备的示例。第一用户设备225和第二用户设备230可位于星簇235的地理覆盖区域240内。第一用户设备225可使用第一TDL通信链路260来与第二辅助卫星215通信,并且第二用户设备230可使用第二TDL通信链路265来与第二辅助卫星215通信,如参考图1一般性地描述的。在一些情况下,第一用户设备225可被配置用于第一TDL通信协议,并且第二用户设备230可被配置用于第二TDL通信协议。

[0067] 如上文和本文所讨论,第一辅助卫星(例如,第一辅助卫星210)可被配置有第一TDL通信协议并提供第一功能,并且第二辅助卫星(例如,第二辅助卫星215)可被配置有第二TDL通信协议并提供第二功能。第一辅助卫星和第二辅助卫星当前也可覆盖基本上重叠的地理区域。在一些情况下,位于基本上重叠的地理区域内的用户设备可能能够仅访问辅助卫星之一—例如,如果用户设备仅被配置用于第一TDL通信协议和第二TDL通信协议之一。因此,可防止用户设备与基本上重叠的地理区域内的其他用户设备通信。另外,可防止

用户设备访问原本在用户设备的通信范围内的其他辅助卫星(例如,第三辅助卫星220)的功能。

[0068] 为了增加可供用户设备使用的功能的数量和/或连接使用不兼容的TDL通信协议的用户设备,网关卫星(例如,网关卫星205)可与辅助卫星(例如,第一辅助卫星210、第二辅助卫星215和第三辅助卫星220)发生轨道耦合以形成卫星星簇235。网关卫星可被配置为例如使用协议转换和波形归一化技术来在辅助卫星之间路由通信。

[0069] 通过使网关卫星与多个辅助卫星发生轨道耦合,可将所有辅助卫星的功能提供给星簇的地理覆盖区域内的用户设备(例如,第一用户设备225和第二用户设备230)。类似地,使用第一TDL通信协议的用户设备(例如,第一用户设备225)可能能够经由网关卫星来与使用第二TDL通信协议的另一个用户设备(例如,第二用户设备230)通信。本文将相对于图3和图4更详细讨论利用网关卫星提供附加功能并连接原本不兼容的用户设备的示例性通信。

[0070] 图3示出了如本文所公开的支持并利用分散式卫星星座的过程流300的各方面。过程流300可由参考图2描述的网关卫星205、第一辅助卫星210、第三辅助卫星220和第一用户设备225执行。在一些示例中,过程流300示出了使用户设备能够通过使用网关卫星来访问用户设备原本不可访问的辅助卫星的功能的过程的各方面。

[0071] 在方框303处,网关卫星205可识别与网关卫星205发生轨道耦合的一个或多个辅助卫星(包括第一辅助卫星210和第三辅助卫星220)。在一些情况下,网关卫星205通过广播发现消息来发现该一个或多个辅助卫星。在一些示例中,网关卫星205可在接收发现响应消息之后发现第一辅助卫星210。在一些情况下,网关卫星205可在第一发现程序期间发现第一组辅助卫星,并且可在后续程序期间发现第二组辅助卫星。在一些示例中,第一组辅助卫星可与网关卫星205一起发射,并且第二组辅助卫星可在第一组辅助卫星之后发射。在一些示例中,根据网关通信协议来传输发现和响应消息。在识别辅助卫星之后,网关卫星205可与辅助卫星建立连接。

[0072] 在方框305处,第一用户设备225可生成通信。在一些情况下,该通信可包括对获得与第三辅助卫星220所提供的功能相关联的信息的请求。如上所讨论,第一用户设备225可能不能直接与第三辅助卫星220通信—例如,由于通信协议不兼容和/或传输故障。

[0073] 在箭头310处,第一用户设备225可使用第一TDL通信协议经由第一TDL通信链路260将该通信传输到第一辅助卫星210。使用第一TDL通信协议传输该通信可包括对该通信中包括的请求进行加密,将加密的请求打包到数据包中,以及根据第一TDL通信协议作为波形来传输数据包。

[0074] 在方框315处,第一辅助卫星210可识别该通信的预期目的地。在一些情况下,识别预期目的地包括识别该通信不指向当前与第一辅助卫星210通信的用户设备。在一些情况下,第一辅助卫星210通过以下方式确定预期用户设备当前不与第一辅助卫星210通信:对该通信中包括的接收器地址进行解码并且未能使接收器地址与活动用户设备的地址列表(例如,当前在第一辅助卫星210的通信范围内的用户设备列表)匹配。

[0075] 在箭头320处,第一辅助卫星210可基于确定该通信不指向当前与第一辅助卫星210通信的用户设备来经由第一GW/TDL通信链路245将该通信中继到网关卫星205。在一些情况下,第一辅助卫星210通过使用GW/TDL通信协议传输该通信来中继该通信。使用GW/TDL通信协议传输该通信可包括从该通信提取数据,对该数据进行加密,将该数据重新打包在

数据包中,以及根据GW/TDL通信协议以波形传输数据包。在一些情况下,根据第二TDL通信协议的标准对所提取的数据进行加密。在其他情况下,使用GW/TDL通信协议传输该通信包括在不从该通信提取数据的情况下将该通信封装在根据GW/TDL通信协议组成的数据包中。在其他情况下,第一辅助卫星210通过以下方式中继该通信:在不从该通信提取数据的情况下使用第一TDL通信协议中继该通信。

[0076] 在方框325处,网关卫星205可确定该通信的目的节点。在一些情况下,确定目的节点包括对该通信中的数据进行解密和/或识别该通信中包括的接收器地址。在一些情况下,网关卫星205可将解码的接收器地址与星簇235中包括的辅助卫星的地址列表和/或当前在星簇235的通信范围内(例如,地理覆盖区域240内)的活动用户设备的地址列表进行比较。在一些示例中,网关卫星205可例如基于使解码地址与为第三辅助卫星220存储的地址匹配来确定该通信预期用于第三辅助卫星220。

[0077] 在一些示例中,网关卫星205可保持用于与星簇235的辅助卫星通信的LAN。例如,网关卫星205可用作星簇235的LAN的接入点(AP),并且可在星簇235的LAN与WAN地址之间执行NAT。网关卫星205可将LAN地址分配到星簇235内的辅助卫星(例如,可为辅助卫星给定相同子网上的LAN地址)。网关卫星205可执行NAT,使得网关卫星205可经由其他网关卫星或商业通信卫星(例如,使用WAN路由或公共IPv4或IPv6地址)来路由往返每个辅助卫星的通信。网关卫星205可执行静态或动态NAT,并且可推送WAN(例如,其他网关卫星205、商业通信卫星)上的邻近跳的路由表的更新。

[0078] 在一些示例中,网关卫星205可包括用于确定从网关卫星205到预期辅助卫星或用户设备的通信路径的路由表。在一些情况下,路由表指示用于经由一个或多个中间卫星(例如,中间辅助卫星、网关卫星和/或商业卫星)到达预期辅助卫星或用户设备的通信路径。例如,在确定接收器地址之后,网关卫星205可确定相关联的辅助卫星或用户设备当前由网关卫星205覆盖并且可将该通信中继到该辅助卫星或与用户设备连接的辅助卫星。在另一个示例中,在确定接收器地址之后,网关卫星205可确定相关联的辅助卫星或用户设备不由网关卫星205服务并且可查阅其路由表以找到至接收器地址的通信路径的下一通信跳。网关卫星205可将该通信传输到基于路由表确定为下一跳的网络节点(例如,另一网关卫星、商业通信卫星)。例如,该网络节点可为中间网关卫星,该中间网关卫星随后可基于存储在在该中间网关卫星处的路由表来将该通信传输到为与接收器地址相关联的辅助卫星服务的网关卫星,并且该网关卫星可将该通信传输到预期辅助卫星。

[0079] 在箭头330处,网关卫星205可基于确定第三辅助卫星220是该通信的下一网络跳(例如,根据路由表)来经由第三GW/TDL通信链路255将该通信中继到第三辅助卫星220。在一些情况下,将从该通信提取的数据中继到第三辅助卫星220包括根据GW/TDL通信协议来对该通信进行打包、加密和/或传输。在其他情况下,网关卫星205通过以下方式在不提取数据的情况下中继该通信:将该通信中包括的请求封装在根据GW/TDL通信协议组成的数据包中。在其他情况下,网关卫星205通过以下方式在不提取数据的情况下中继该通信:使用由第三辅助卫星220使用的第三TDL通信协议来中继该通信。

[0080] 在箭头335处,第三辅助卫星220可经由第三GW/TDL通信链路255向网关卫星205传输对该通信中包括的请求的响应。在一些情况下,该响应可包括使用第三辅助卫星220所提供的功能获取的数据。例如,第三辅助卫星220可被配置为获得卫星成像,并且可基于对要

求特定位置的图像的请求进行解码来传输包括特定位置的图像的响应。第三辅助卫星220可使用GW/TDL通信协议或第三TDL通信协议来传输该响应。

[0081] 在箭头340处,网关卫星205可确定该响应的目的节点,如参考方框325类似地描述的。在一些情况下,网关卫星205可确定第一辅助卫星210是目的节点。

[0082] 在箭头345处,网关卫星205可例如使用GW/TDL或第一TDL通信协议经由第一GW/TDL通信链路245将从第三辅助卫星220接收的响应中继到第一辅助卫星210。

[0083] 在箭头350处,第一辅助卫星210可例如使用第一TDL通信协议经由第一TDL通信链路260将该响应中继到第一用户设备225。在接收到该响应之后,第一用户设备225可对数据包进行解码。因此,第一用户设备225可访问使用不同通信协议或在第一用户设备225的通信范围之外的辅助卫星的功能。

[0084] 图4示出了如本文所公开的支持并利用分散式卫星星座的过程流400的各方面。过程流400可由如参考图2描述的网关卫星205、第一辅助卫星210、第二辅助卫星215、第一用户设备225和第二用户设备230执行。在一些示例中,过程流400示出了使用户设备能够与被配置有不兼容的通信协议的另一个用户设备通信的过程的各方面。

[0085] 在方框403处,网关卫星205可识别一个或多个辅助卫星,如参考图3的方框303类似地描述的。

[0086] 在方框405处,第一用户设备225可生成通信。在一些情况下,该通信可包括第二用户设备230的消息(例如,语音或数据消息)。如上所讨论,第一用户设备225可能不能直接与第二用户设备230通信—例如,由于通信协议不兼容和/或传输故障。

[0087] 在箭头410处,第一用户设备225可经由第一TDL通信链路260将该通信传输到第一辅助卫星210,如参考图3的箭头310类似地描述的。在方框415处,第一辅助卫星210可识别该通信的预期目的地,如参考图3的方框315类似地描述的。在箭头420处,第一辅助卫星210可经由第一GW/TDL通信链路245将该通信中继到网关卫星205,如参考图3的箭头320类似地描述的。在方框425处,网关卫星205可确定该通信的目的节点,如参考图3的方框325类似地描述的。在方框430处,网关卫星205可经由第二GW/TDL通信链路250将该通信中继到第二辅助卫星215,如参考图3的箭头330类似地描述的。

[0088] 在箭头435处,第二辅助卫星215可将该通信中继到第二用户设备230。在一些情况下,第二辅助卫星215使用第二通信协议将该通信中继到第二用户设备230。因此,第一用户设备225可与使用与第一用户设备225不同的通信协议的另一个用户设备通信。在一些情况下,第二用户设备230可类似地将消息(例如,响应)传输到第一用户设备225。

[0089] 图5示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星通信子系统500的各方面。卫星通信子系统500可包括第一网关卫星505和第二网关卫星510,它们可为参考图1至图4描述的网关卫星的示例。在一些情况下,第一网关卫星505可定位在第一LEO中,并且第二网关卫星510可定位在第二LEO中。例如,第二LEO可位于相同轨道平面内并且与第一LEO存在相位偏移(例如,90度)。在其他情况下,第一网关卫星505可定位在不同轨道平面的LEO轨道中。

[0090] 卫星通信子系统500可包括第一辅助卫星515、第二辅助卫星520、第三辅助卫星525和第四辅助卫星530,它们可为参考图1至图4描述的辅助卫星的示例。第一辅助卫星515可与第一网关卫星505发生轨道耦合,如参考图1一般性地描述的。因此,第一网关卫星505

和第一辅助卫星515可布置在第一星簇550内并且可使用第一GW/TDL通信链路570来彼此通信,如参考图1至图4一般性地描述的。第二辅助卫星520、第三辅助卫星525和第四辅助卫星530可与第二网关卫星510发生轨道耦合,如参考图1一般性地描述的。因此,第二网关卫星510、第二辅助卫星520、第三辅助卫星525和第四辅助卫星530可布置在第二星簇555内并且可使用第二GW/TDL通信链路575、第三GW/TDL通信链路580和第四GW/TDL通信链路585来彼此通信,如参考图1一般性地描述的。

[0091] 在一些情况下,第一辅助卫星515和第二辅助卫星520可被配置用于第一TDL通信协议,第三辅助卫星525可被配置用于第二TDL通信协议,并且第四辅助卫星530可被配置用于第三TDL通信协议。

[0092] 卫星通信子系统500可包括第一用户设备535、第二用户设备540和第三用户设备545,它们可为参考图1至图4描述的用户设备的示例。第一用户设备535可位于第一星簇550的第一地理覆盖区域560内。第一用户设备535可使用第一TDL通信链路595来与第一辅助卫星515通信。第二用户设备540和第三用户设备545可位于第二星簇555的第二地理覆盖区域565内。第二用户设备540可使用第二TDL通信链路597来与第二辅助卫星520通信,并且第三用户设备545可使用第三TDL通信链路599来与第三辅助卫星525通信,如参考图1至图4一般性地描述的。

[0093] 在一些情况下,第一用户设备535和第二用户设备540可被配置用于第一TDL通信协议,并且第三用户设备545可被配置用于第二TDL通信协议。在一些情况下,第二用户设备540可与第四辅助卫星530和/或第二地理覆盖区域565内的第三用户设备545通信,如参考图2至图4一般性地描述的。类似地,在一些情况下,第一用户设备535可与第一星簇550内的辅助卫星和第一地理覆盖区域560内的用户设备通信,如参考图2至图4类似地描述的。

[0094] 如上文和本文所讨论,第一辅助卫星(例如,第一辅助卫星515)可被配置用于为在第一辅助卫星的当前覆盖区域内使用第一TDL通信协议的用户设备提供通信服务。在一些情况下,用户设备可能不能与位于第二辅助卫星(例如,第二辅助卫星520)的当前覆盖区域内的其他用户设备通信—例如,如果第一辅助卫星不能到达第二辅助卫星。

[0095] 为了扩展第一覆盖区域内的用户设备的通信范围以到达位于不同覆盖区域内的用户设备,第一网关卫星(例如,第一网关卫星505)可与第一辅助卫星(例如,第一辅助卫星515)发生轨道耦合以形成第一卫星星簇(例如,第二星簇555)并且第二网关卫星(例如,第二网关卫星510)可与第二辅助卫星(例如,第二辅助卫星520)发生轨道耦合以形成第二卫星星簇(例如,第二星簇555)。第一网关卫星可被配置为例如经由GW/GW通信链路590将来自第一辅助卫星的通信路由到第二网关卫星。并且第二网关卫星可将该通信中继到第二辅助卫星,该第二辅助卫星可将该通信传输到与第一用户设备不同的覆盖区域内的第二用户设备。

[0096] 在一些情况下,商业卫星(未示出)可与图5所示的系统组合使用并且用于在网关卫星之间中继通信。例如,商业卫星可被配置为如果第一网关卫星505与第二网关卫星510之间不存在GW/GW通信链路590或存在GW/GW通信链路590的故障,则在第一网关卫星505与第二网关卫星510之间路由通信。

[0097] 通过形成多个互连星簇,可将用户设备的通信范围扩展到其他覆盖区域。类似地,用户设备可能能够与使用与用户设备不同的TDL通信协议或位于不同覆盖区域内的其他用

户设备通信。另外,用户设备可访问使用与用户设备不同的TDL通信协议并且当前覆盖不同覆盖区域的辅助卫星的功能。本文相对于图6至图8更详细地讨论了利用网关卫星星座来扩展用户设备的通信范围、向用户设备提供附加功能并且将用户设备连接到位于不同覆盖区域内的原本不兼容的用户设备的示例性通信。

[0098] 图6示出了如本文所公开的支持并利用分散式卫星星座的过程流600的各方面。过程流600可由参考图5描述的第一网关卫星505、第二网关卫星510、第一辅助卫星515、第四辅助卫星530和第一用户设备535执行。在一些示例中,过程流600示出了过程的各方面,该过程使用户设备能够访问使用与用户设备不同的通信协议并且具有与当前连接到用户设备的辅助卫星基本上不重叠的当前覆盖区域的辅助卫星的功能。

[0099] 在方框603处,第一网关卫星505可识别与第一网关卫星505发生轨道耦合的一个或多个辅助卫星(包括第一辅助卫星515),并且第二网关卫星510可识别与第二网关卫星510发生轨道耦合的一个或多个辅助卫星(例如,第四辅助卫星530)。在一些情况下,第一网关卫星505和第二网关卫星510基于广播发现消息并接收响应消息来发现该一个或多个辅助卫星。在一些示例中,根据网关通信协议来传输发现和响应消息。在识别辅助卫星之后,第一网关卫星505可与辅助卫星建立连接。

[0100] 在方框605处,第一用户设备535可生成通信。在一些情况下,该通信可包括对获得与第四辅助卫星530所提供的功能相关联的信息的请求。如上所讨论,第一用户设备535可能不能直接与第四辅助卫星530通信—例如,由于通信协议不兼容和/或传输故障。

[0101] 在箭头610处,第一用户设备535可使用第一TDL通信协议经由第一TDL通信链路595将该通信传输到第一辅助卫星515。使用第一TDL通信协议传输该通信可包括对该通信中包括的请求进行加密,将加密的请求打包到数据包中,以及根据第一TDL通信协议作为波形来传输数据包。

[0102] 在方框615处,第一辅助卫星515可识别该通信的预期目的地。在一些情况下,识别预期目的地包括识别该通信不指向当前与第一辅助卫星515通信的用户设备。在一些情况下,第一辅助卫星515通过以下方式确定预期用户设备当前不与第一辅助卫星515通信:对该通信中包括的接收器地址进行解码并且未能使接收器地址与活动用户设备的地址列表(例如,当前在第一辅助卫星515的通信范围内的用户设备列表)匹配。

[0103] 在箭头620处,第一辅助卫星515可基于确定该通信不指向当前与第一辅助卫星515通信的用户设备来经由第一GW/TDL通信链路570将该通信中继到第一网关卫星505。在一些情况下,第一辅助卫星515可通过使用GW/TDL通信协议传输该通信或来自该通信的数据来中继该通信。使用GW/TDL通信协议传输该通信可包括从该通信提取数据,对该数据进行加密,将该数据重新打包在数据包中,以及根据GW/TDL通信协议以波形传输数据包。在一些情况下,根据第二TDL通信协议的标准对所提取的数据进行加密。在其他情况下,使用GW/TDL通信协议传输该通信包括在不从该通信提取数据的情况下将该通信封装在根据GW/TDL通信协议组成的数据包中。在其他情况下,第一辅助卫星515通过以下方式中继该通信:在不从该通信提取数据的情况下使用第一TDL通信协议中继该通信。

[0104] 在方框625处,第一网关卫星505可确定该通信的目的节点。在一些情况下,确定目的节点包括对该通信中的数据进行解密和/或识别该通信中包括的接收器地址。在一些情况下,第一网关卫星505可将解码的接收器地址与第一星簇550中包括的辅助卫星的地址列

表(例如,包括在路由表中)和/或当前在第一星簇550的通信范围内的活动用户设备的地址列表进行比较。在一些示例中,第一网关卫星505可确定预期目的节点不在第一星簇550内或不在第一星簇550的第一地理覆盖区域560内。在一些示例中,第一网关卫星505可包括指示从第一网关卫星505到预期辅助卫星或用户设备的通信路径的路由表。在一些情况下,通信路径包括一个或多个中间卫星。

[0105] 在一些示例中,第一网关卫星505可保持用于与星簇550的辅助卫星通信的LAN。例如,第一网关卫星505可用作星簇550的LAN的AP,并且可在星簇550的LAN与WAN地址之间执行NAT。网关卫星505可将LAN地址分配到星簇550内的辅助卫星(例如,可为辅助卫星给定相同子网上的LAN地址)。第一网关卫星505可执行NAT,使得第一网关卫星505可经由其他网关卫星(例如,第二网关卫星510)或商业通信卫星(例如,使用WAN路由或公共IPv4或IPv6地址)来路由往返每个辅助卫星的通信。例如,第一网关卫星505可确定通信指向另一个网关卫星并且可基于第一网关卫星505的WAN地址和特定端口(例如,与星簇550的辅助卫星相关联)来转换该通信中包括的源地址。附加地或另选地,第一网关卫星505可基于其相应端口地址来转换以目的地址接收到的通信,该目的地址与第一网关卫星至星簇550的辅助卫星的WAN地址匹配。第一网关卫星505可执行静态或动态NAT,并且可推送WAN(例如,其他网关卫星、商业通信卫星)上的邻近跳的路由表的更新。

[0106] 在箭头630处,第一网关卫星505可基于确定该通信预期用于当前由第二星簇555覆盖的节点(例如,基于所识别的接收器地址和/或路由表)来经由GW/GW通信链路590将该通信中继到第二网关卫星510。在一些示例中,第一网关卫星505可基于确定该通信预期用于第四辅助卫星530(例如,基于使解码地址与为第四辅助卫星530和路由表存储的地址匹配)来将该通信中继到第二网关卫星510。在一些情况下,第一网关卫星505通过根据GW/GW通信协议传输该通信来将该通信中继到第二网关卫星510。根据GW/GW通信协议传输该通信可包括将该通信封装在根据GW/GW通信协议组成的数据包中。在一些情况下,第一网关卫星505可例如基于存储在第一网关卫星505处的路由表和/或GW/GW通信链路590的故障来将该通信中继到中间网关卫星,该中间网关卫星将该通信中继到第二网关卫星510。

[0107] 在方框635处,第二网关卫星510可确定该通信的目的节点,如参考方框625类似地描述的。在一些情况下,第二网关卫星510可例如基于使解码地址与为第四辅助卫星530存储的地址匹配来确定该通信预期用于第四辅助卫星530。在其他情况下,第二网关卫星510可确定该通信预期用于未包括在第二星簇555内的节点并且可类似地经由GW/GW通信链路将该通信中继到第三网关卫星。

[0108] 在一些示例中,第二网关卫星510可保持用于与星簇555的辅助卫星通信的LAN。例如,第二网关卫星510可用作星簇555的LAN的AP,并且可在星簇555的LAN与WAN地址之间执行网络地址转换(NAT)。第二网关卫星510可将LAN地址分配到星簇555内的辅助卫星(例如,可为辅助卫星给定相同子网上的LAN地址)。第二网关卫星510可执行NAT,使得第二网关卫星510可经由其他网关卫星(例如,第一网关卫星505)或商业通信卫星(例如,使用WAN路由或公共IPv4或IPv6地址)来路由往返每个辅助卫星的通信。例如,第二网关卫星510可确定通信指向另一个网关卫星并且可基于第二网关卫星510的WAN地址和特定端口(例如,与星簇555的辅助卫星相关联)来转换该通信中包括的源地址。附加地或另选地,第二网关卫星510可基于其相应端口地址来转换以目的地址接收到的通信,该目的地址与第二网关卫星

510至星簇555的辅助卫星的WAN地址匹配。第二网关卫星510可执行静态或动态NAT,并且可推送WAN(例如,其他网关卫星、商业通信卫星)上的邻近跳的路由表的更新。

[0109] 在箭头640处,第二网关卫星510可基于确定第四辅助卫星530是该通信的预期目的地(例如,基于所接收的地址和/或存储在第二网关卫星510处的路由表)来经由第四GW/TDL通信链路585将该通信中继到第四辅助卫星530。在一些情况下,将从该通信提取的数据中继到第一辅助卫星包括根据GW/TDL通信协议来对该通信进行打包、加密和/或传输。在其他情况下,第二网关卫星510通过以下方式在不提取数据的情况下中继该通信:将该通信中包括的请求封装在根据GW/TDL通信协议组成的数据包中。在其他情况下,第二网关卫星510通过以下方式在不提取数据的情况下中继该通信:使用由第四辅助卫星530使用的第三TDL通信协议来中继该通信。

[0110] 在箭头645处,第四辅助卫星530可经由第四GW/TDL通信链路585向第二网关卫星510传输对该通信中包括的请求的响应。在一些情况下,该响应可包括使用第四辅助卫星530所提供的功能获取的数据。例如,第四辅助卫星530可被配置为获得卫星成像,并且可基于对要求特定位置的图像的请求进行解码来传输包括特定位置的图像的响应。第四辅助卫星530可使用GW/TDL通信协议或第三TDL通信协议来传输该响应。

[0111] 在方框650处,第二网关卫星510可确定该响应的目的节点,如参考方框635类似地描述的。在箭头655处,第二网关卫星510可将该响应中继到第一网关卫星505,如参考箭头630类似地描述的。

[0112] 在方框660处,第一网关卫星505可确定该响应的目的节点,如参考方框625类似地描述的。在一些情况下,第一网关卫星505可确定第一辅助卫星515是目的节点。

[0113] 在箭头665处,第一网关卫星505可例如使用GW/TDL或第一TDL通信协议经由第一GW/TDL通信链路570将第四辅助卫星530所生成的响应中继到第一辅助卫星515。

[0114] 在箭头670处,第一辅助卫星515可例如使用第一TDL通信协议经由第一TDL通信链路595将该响应中继到第一用户设备535。在接收到该响应之后,第一用户设备535可对数据包进行解码。因此,第一用户设备535可访问使用不同TDL通信协议并在第一用户设备535的通信范围之外的辅助卫星的功能。在一些情况下,第一用户设备535可从第四辅助卫星530获得成像,该成像反映超过第一星簇550中包括的辅助卫星的视距的成像。

[0115] 图7示出了如本文所公开的支持并利用分散式卫星星座的过程流700的各方面。过程流700可由参考图5描述的第一网关卫星505、第二网关卫星510、第一辅助卫星515、第二辅助卫星520、第一用户设备535和第二用户设备540执行。在一些示例中,过程流700示出了过程的各方面,该过程使用户设备能够在连接到用户设备的辅助卫星不能到达辅助卫星的当前覆盖区域之外的用户设备时执行扩展范围通信。

[0116] 在方框703处,第一网关卫星505和第二网关卫星510可识别一个或多个辅助卫星,如参考图6的方框603类似地描述的。

[0117] 在方框705处,第一用户设备535可生成通信。在一些情况下,该通信可包括第二用户设备540的消息(例如,语音或数据消息)。如上所讨论,第一用户设备535可能不能直接与第二用户设备540通信—例如,由于第二用户设备540在第一用户设备535的通信范围之外。

[0118] 在箭头710处,第一用户设备535可经由第一TDL通信链路595将该通信传输到第一辅助卫星515,如参考图6的箭头610类似地描述的。在方框715处,第一辅助卫星515可识别

该通信的预期目的地,如参考图6的方框615类似地描述的。在箭头720处,第一辅助卫星515可经由第一GW/TDL通信链路570将该通信中继到第一网关卫星505,如参考图6的箭头620类似地描述的。在方框725处,第一网关卫星505可确定该通信的目的节点,如参考图6的方框625类似地描述的。在箭头730处,第一网关卫星505可经由GW/GW通信链路590将该通信中继到第二网关卫星510,如参考图6的箭头630类似地描述的。在方框735处,第二网关卫星510可确定该通信的目的节点,如参考图6的方框635类似地描述的。在箭头740处,第二网关卫星510可经由第二GW/TDL通信链路575将该通信中继到第二辅助卫星520,如参考图6的箭头640类似地描述的。

[0119] 在箭头745处,第二辅助卫星520可经由第二TDL通信链路597将该通信中继到第二用户设备540。在一些情况下,第二辅助卫星520使用第一用户设备535所使用的第一TDL通信协议将该通信中继到第二用户设备540。因此,第一用户设备535可与位于与第一用户设备535不同的覆盖区域内的另一个用户设备通信。在一些情况下,第二用户设备540可类似地将消息(例如,响应)传输到第一用户设备535。

[0120] 图8示出了如本文所公开的支持并利用分散式卫星星座的过程流800的各方面。过程流800可由参考图5描述的第一网关卫星505、第二网关卫星510、第一辅助卫星515、第三辅助卫星525、第一用户设备535和第三用户设备545执行。在一些示例中,过程流800示出了过程的各方面,该过程使用户设备能够在连接到用户设备的辅助卫星不能到达辅助卫星的当前覆盖区域之外的用户设备时执行扩展范围通信。

[0121] 在方框803处,第一网关卫星505和第二网关卫星510可识别一个或多个辅助卫星,如参考图6和图7的方框603和方框703类似地描述的。

[0122] 在方框805处,第一用户设备535可生成通信。在一些情况下,该通信可包括第三用户设备545的消息(例如,语音或数据消息)。如上所讨论,第一用户设备535可能不能直接与第三用户设备545通信—例如,由于第三用户设备545使用与第一用户设备535不同的通信协议和/或在第一用户设备535的通信范围之外。

[0123] 在箭头810处,第一用户设备535可经由第一TDL通信链路595将该通信传输到第一辅助卫星515,如参考图6和图7的箭头610和箭头710类似地描述的。在方框815处,第一辅助卫星515可识别该通信的预期目的地,如参考图6和图7的方框615和方框715类似地描述的。在箭头820处,第一辅助卫星515可经由第一GW/TDL通信链路570将该通信中继到第一网关卫星505,如参考图6和图7的箭头620和箭头720类似地描述的。在方框825处,第一网关卫星505可确定该通信的目的节点,如参考图6和图7的方框625和方框725类似地描述的。在箭头830处,第一网关卫星505可经由GW/GW通信链路590将该通信中继到第二网关卫星510,如参考图6和图7的箭头630和箭头730类似地描述的。在方框835处,第二网关卫星510可确定该通信的目的节点,如参考图6和图7的方框635和方框735类似地描述的。在箭头840处,第二网关卫星510可经由第三GW/TDL通信链路580将该通信中继到第三辅助卫星525,如参考图6和图7的箭头640和箭头740类似地描述的。

[0124] 在箭头845处,第三辅助卫星525可经由第三TDL通信链路599将该通信中继到第三用户设备545。在一些情况下,第三辅助卫星525使用与第一用户设备535所使用的第一TDL通信协议不同的第二TDL通信协议将该通信中继到第三用户设备545。因此,第一用户设备535可与使用不同通信协议并且位于与第一用户设备535不同的覆盖区域内的另一个用户

设备通信。在一些情况下,第三用户设备545可类似地将消息(例如,响应)传输到第一用户设备535。

[0125] 图9示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星通信子系统900的各方面。卫星通信子系统900可包括网关卫星905,该网关卫星可为参考图1至图8描述的网关卫星的示例。网关卫星905可定位在LEO中。

[0126] 卫星通信子系统900可包括第一辅助卫星910和第二辅助卫星915,它们可为参考图1至图8描述的辅助卫星的示例。第一辅助卫星910和第二辅助卫星915可与网关卫星905发生轨道耦合,如参考图1一般性地描述的。因此,网关卫星905、第一辅助卫星910和第二辅助卫星915可布置在星簇940内并且可使用第一GW/TDL通信链路950和第二GW/TDL通信链路955来彼此通信,如参考图1至图8一般性地描述的。在一些情况下,第一辅助卫星910可被配置用于第一TDL通信协议,并且第二辅助卫星915可被配置用于第二TDL通信协议。在一些情况下,网关卫星905可被配置为在辅助卫星与另一网关卫星之间中继通信,如参考图2至图8一般性地描述的。

[0127] 卫星通信子系统900可包括第一用户设备925和第二用户设备930,它们可为参考图1至图8描述的用户设备的示例。第一用户设备925可位于地理覆盖区域945之外但在一些情况下,第一用户设备925可位于地理覆盖区域之内。第二用户设备930可位于星簇940的地理覆盖区域945内。第二用户设备930可使用TDL通信链路960来与第二辅助卫星915通信,如参考图1至图8一般性地描述的。在一些情况下,第一用户设备925可被配置用于网络通信协议,并且第二用户设备930可被配置用于第二TDL通信协议。在一些情况下,第二用户设备930可与星簇940内的辅助卫星和地理覆盖区域945内的用户设备通信,如参考图2至图4类似地描述的。第二用户设备930还可与不同星簇内的辅助卫星和不同地理覆盖区域内的设备通信,如参考图5至图8类似地描述的。

[0128] 卫星通信子系统900可包括商业卫星920,该商业卫星可为如参考图1描述的商业卫星的示例。在一些情况下,商业卫星920可定位在GEO中。商业卫星920可使用GW/CL通信链路965来与网关卫星905通信,如参考图1一般性地描述的。商业卫星920可使用商业网关通信链路970来与商业网关935通信,如参考图1一般性地描述的。

[0129] 卫星通信子系统900可包括商业网关935,该商业网关可为如参考图1描述的商业网关的示例。商业网关935可使用网络通信链路975来与第一用户设备925通信,如参考图1一般性地描述的。在一些情况下,商业网关935经由中间设备(诸如网络服务器)来与第一用户设备925通信。

[0130] 如上文和本文所讨论,辅助卫星可未被配置有至商业信息网络的连接。因此,用户设备可能不能通过辅助卫星访问商业网络。

[0131] 为了将辅助卫星(例如,第一辅助卫星910和/或第二辅助卫星915)连接到商业信息网络,网关卫星(例如,网关卫星905)可与辅助卫星发生轨道耦合并且可被配置为与商业卫星(例如,商业卫星920)通信。网关卫星可被配置为例如使用协议转换和波形归一化技术来在辅助卫星与商业卫星之间路由通信。

[0132] 通过使被配置为与商业卫星通信的网关卫星和辅助卫星发生轨道耦合,连接到商业信息网络的任何用户设备(例如,第一用户设备925)可能能够访问用户设备原本不可访问的辅助卫星的功能—例如,由于通信协议不兼容和/或连接故障。本文将相对于图10和图

11更详细讨论利用网关卫星提供附加功能并通过商业信息网络连接原本不兼容的用户设备的示例性通信。

[0133] 图10示出了如本文所公开的支持并利用分散式卫星星座的过程流1000的各方面。过程流1000可由如参考图9描述的网关卫星905、第一辅助卫星910、商业卫星920、第一用户设备925和商业网关935执行。在一些示例中,过程流1000示出了过程的各方面,该过程使用户设备能够使用网络通信协议访问辅助卫星的功能,其中辅助卫星可未被配置用于网络通信协议并且用户设备可位于辅助卫星的通信范围之内或之外。

[0134] 在方框1003处,网关卫星905可识别与网关卫星905发生轨道耦合的一个或多个辅助卫星(包括第一辅助卫星910)。在一些情况下,网关卫星905基于广播发现消息并接收响应消息来发现该一个或多个辅助卫星。在一些示例中,根据网关通信协议来传输发现和响应消息。在识别辅助卫星之后,网关卫星905可与辅助卫星建立连接。

[0135] 在方框1005处,第一用户设备925可生成通信。在一些情况下,该通信可包括对获得与第一辅助卫星910所提供的功能相关联的信息的请求。如上所讨论,第一用户设备925可能不能直接与第一辅助卫星910通信—例如,由于通信协议不兼容和/或传输故障。

[0136] 在箭头1010处,第一用户设备925可例如使用网络通信协议经由网络通信链路975将该通信传输到商业网关935。在一些情况下,第一用户设备925经由中间商业服务器将该通信传输到商业网关935,该中间商业服务器被配置为将来自个人设备的通信路由到商业网关935。在其他情况下,第一用户设备925可将该通信直接传输到商业网关935。使用网络通信协议传输该通信可包括对该通信中包括的请求进行加密,将加密的请求打包到数据包中,以及根据网络通信协议作为波形来传输数据包。

[0137] 在箭头1015处,商业网关935可经由商业网关通信链路970将该通信中继到商业卫星920。在一些情况下,传输该通信可包括将数据包封装在另一个数据包中以便根据商业卫星通信协议来与商业卫星通信。

[0138] 在方框1020处,商业卫星920可识别该通信的预期目的地。在一些情况下,确定预期目的地包括对该通信中包括的接收器地址进行解码。在一些情况下,商业卫星920基于存储在商业卫星920处的路由表来确定至预期目的地的通信路径。在一些情况下,该通信路径包括一个或多个中间网关卫星和/或辅助卫星。

[0139] 在箭头1025处,商业卫星920可基于识别该通信和/或该通信路径的预期目的地来经由GW/CL通信链路965将该通信中继到网关卫星905。在一些情况下,商业卫星920在确定该通信的预期目的地是星簇940内的辅助卫星或地理覆盖区域945内的用户设备之后将该通信中继到网关卫星905。在一些情况下,商业卫星920使用在商业卫星920处配置的商业网络通信协议将该通信中继到网关卫星905。在一些情况下,商业卫星920可将该通信中继到商业卫星的通信范围内的所有网关卫星—例如,如果商业卫星920未确定该通信的预期目的地。

[0140] 在方框1030处,网关卫星905可确定该通信的目的节点。在一些情况下,确定目的节点包括对该通信中的数据进行解密和/或识别该通信中包括的接收器地址。在一些情况下,网关卫星905可将解码的接收器地址与星簇940中包括的辅助卫星的地址列表和/或当前在星簇940的通信范围内(例如,地理覆盖区域945内)的活动用户设备的地址列表进行比较。在一些示例中,网关卫星905可例如基于使解码地址与为第一辅助卫星910存储的地址

匹配来确定该通信预期用于第一辅助卫星910。在一些示例中,网关卫星905可包括指示从网关卫星905到预期辅助卫星或用户设备的通信路径的路由表。在一些情况下,通信路径包括一个或多个中间卫星。

[0141] 在箭头1035处,网关卫星905可基于确定第一辅助卫星910是该通信和/或路由表的预期目的地来经由第一GW/TDL通信链路950将该通信中继到第一辅助卫星910。在一些情况下,将从该通信提取的数据中继到第一辅助卫星910包括根据GW/TDL通信协议来对该通信进行打包、加密和/或传输。在其他情况下,网关卫星905通过以下方式在不提取数据的情况下中继该通信:将该通信中包括的请求封装在根据GW/TDL通信协议组成的数据包中。在其他情况下,网关卫星905通过以下方式在不提取数据的情况下中继该通信:使用由第一辅助卫星910使用的第三TDL通信协议来中继该通信。在一些情况下,网关卫星905可基于所识别的接收器地址和路由表(例如,基于确定目的节点是与另一网关卫星发生轨道耦合的辅助卫星或连接到辅助卫星的用户设备)来将该通信中继到另一个网关卫星。

[0142] 在箭头1040处,第一辅助卫星910可经由第一GW/TDL通信链路950向网关卫星905传输对该通信中包括的请求的响应。在一些情况下,该响应可包括使用第一辅助卫星910所提供的功能获取的数据。例如,第一辅助卫星910可被配置为获得卫星成像,并且可基于对要求特定位置的图像的请求进行解码来传输包括特定位置的图像的响应。第一辅助卫星910可使用GW/TDL通信协议或第三TDL通信协议来传输该响应。

[0143] 在方框1045处,网关卫星905可确定该响应的目的节点,如参考方框1030类似地描述的。在一些情况下,网关卫星905可确定商业卫星920是目的节点。

[0144] 在箭头1050处,网关卫星205可例如使用GW/CL或商业通信协议经由GW/CL通信链路965将从第一辅助卫星910接收的响应中继到商业卫星920。

[0145] 在方框1055处,商业卫星920可确定该响应的目的节点,如参考方框1020类似地描述的。

[0146] 在箭头1060处,商业卫星920可经由商业网关通信链路970将该响应中继到商业网关935。

[0147] 在箭头1065处,商业网关935可经由网络通信链路975将该响应中继到第一用户设备925。在一些情况下,商业网关935可将该响应直接传输到第一用户设备925。在其他情况下,商业网关935可将该响应传输到商业服务器,该商业服务器将该响应中继到第一用户设备925。因此,第一用户设备925可通过连接到商业网络来访问辅助卫星的功能。另外,第一辅助卫星910尽管未被配置为支持商业网络上的通信,也可结合到商业网络中。

[0148] 图11示出了如本文所公开的支持并利用分散式卫星星座的过程流1100的各方面。过程流1100可由如参考图9描述的网关卫星905、第二辅助卫星915、商业卫星920、第一用户设备925、第二用户设备930和商业网关935执行。在一些示例中,过程流1100示出了过程的各方面,该过程使连接到商业网络的用户设备能够执行与另一个用户设备的通信(包括扩展范围通信),该另一个用户设备未被配置为支持与用户设备的直接通信或商业网络上的通信。

[0149] 在方框1103处,网关卫星905可类似地识别一个或多个辅助卫星,如参考图10的方框1003类似地描述的。

[0150] 在方框1105处,第一用户设备925可生成通信。在一些情况下,该通信可包括第二

用户设备930的消息(例如,语音或数据消息)。如上所讨论,第一用户设备925可能不能直接与第二用户设备930通信—例如,由于第二用户设备930使用不同通信协议和/或在第一用户设备925的通信范围之外。

[0151] 在箭头1110处,第一用户设备925可经由网络通信链路975将该通信传输到商业网关935,如参考图10的箭头1010类似地描述的。在箭头1115处,商业网关935可经由商业网关通信链路970将该通信中继到商业卫星,如参考图10的箭头1015类似地描述的。在方框1120处,商业卫星920可识别该通信的预期目的地,如参考图10的方框1020类似地描述的。在箭头1125处,商业卫星920可经由GW/CL通信链路965将该通信中继到网关卫星905,如参考图10的箭头1025类似地描述的。在方框1130处,网关卫星905可确定该通信的目的节点,如参考图10的方框1030类似地描述的。在箭头1135处,网关卫星905可经由第二GW/TDL通信链路955将该通信中继到第二辅助卫星915,如参考图10的箭头1035类似地描述的。

[0152] 在箭头1140处,第二辅助卫星915可例如使用第二TDL通信协议经由TDL通信链路960将该通信中继到第二用户设备930。因此,第一用户设备925可通过连接到商业网络来与未被配置用于商业网络的另一个用户设备通信。在一些情况下,第二用户设备930可类似地将消息(例如,响应)传输到第一用户设备925。

[0153] 图12示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的卫星控制器1200的框图。卫星控制器1200可被配置为致使卫星执行本文所讨论的过程中的一个或多个过程。卫星控制器的全部或各方面可在网关卫星或辅助卫星中实现。卫星控制器1200可包括处理器1210、存储器1215、致动器控制器1245、卫星通信管理器1230和通信接口1240。这些部件中的每个部件可通过一个或多个总线(诸如总线1235)直接或间接地彼此通信。

[0154] 存储器1215可包括随机存取存储器(RAM)和/或只读存储器(ROM)。存储器1215可存储操作系统(OS)1220(例如,构建在Linux或Windows内核上)。存储器1215还可存储包括指令的计算机可读、计算机可执行代码1225,在被执行时,该指令被配置为致使处理器1210执行本文所述的与根据不同本地天线模式来提供通信服务有关的各种功能。另选地,代码1225可能不能够由处理器1210直接执行,但可被配置为致使卫星控制器1205(例如,在被编译和执行时)执行本文所述的功能中的一者或多者。

[0155] 致动器控制器1245可被配置为控制卫星的一个或多个致动器,该一个或多个致动器用于改变卫星或卫星的通信天线的位置和/或取向。致动器控制器1245可生成各种控制信号,这些控制信号响应于预编程的指令(例如,操作配置、控制算法、控制器增益、偏移、死区、乘法器等)和/或所接收的信号而递送到一个或多个致动器。

[0156] 通信接口1240可被配置为支持使用多个通信协议在多种类型的卫星之间的通信。通信接口1240可被配置为传输并接收信号1250。在一些情况下,通信接口1240可包括用于从一个或多个卫星接收通信的一个或多个射频(RF)链。在一些示例中,通信接口被配置有用于在网关卫星与辅助卫星之间通信的无线电和网关通信协议。在一些示例中,通信接口被配置有用于在网关卫星与商业卫星之间通信的无线电和网关通信协议。在一些示例中,通信接口被配置有用于在网关卫星与另一个网关卫星之间通信的无线电和网关通信协议。在一些示例中,通信接口被配置有用于在辅助卫星与用户设备之间通信的无线电和TDL通信协议。

[0157] 卫星通信管理器1230可被配置为在卫星之间中继和/或路由通信。在一些情况下,

卫星通信管理器1230可被配置为确定通信的目的节点。在一些示例中,卫星通信管理器1230可被配置为在确定通信指向另一个卫星之后将该通信中继到网关卫星。在一些示例中,卫星通信管理器1230可被配置为在辅助卫星之间路由通信。在一些情况下,在辅助卫星之间路由该通信可包括将该通信中继到其他网关卫星。

[0158] 卫星控制器1200(包括处理器1210、存储器1215、致动器控制器1245、卫星通信管理器1230和/或通信接口1240)可使用被设计为执行本文所述功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立栅极或晶体管逻辑、分立硬件部件或它们的任何组合来实现或执行。通用处理器可为微处理器,但在替代方案中,处理器可为任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。卫星控制器1200也可以被实现为计算设备的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器的组合、与DSP内核、集成存储器、分立存储器结合的一个或多个微处理器的组合、或任何其他这样的配置。

[0159] 图13示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的示例性网关卫星1300的框图。网关卫星1300可被配置为向、从辅助卫星、其他网关卫星或商业通信卫星及在它们之间路由通信。网关卫星1300可包括处理器1310、GW/TDL通信管理器1315、GW/GW通信管理器1320、GW/CL通信管理器1325、密码部件1330和协议转换器1335。网关卫星1300还可包括第一天线1340、第二天线1345和第三天线1350。

[0160] 处理器1310可被配置为处理从一个或多个卫星接收或预期用于一个或多个卫星的通信。在一些情况下,处理器1310可包括红色处理器和黑色处理器。红色处理器可被配置为执行密码功能(诸如认证和防护)。并且黑色处理器可被配置为执行通信特定功能(诸如对数据进行分包以及确定通信的目的节点)。在一些情况下,处理器1310可为参考图12描述的处理器1210的示例。

[0161] 密码部件1330可被配置为执行不由红色处理器执行的密码功能(例如,密码密钥的解密、加密、存储和维护)。协议转换器1335可被配置为将所接收的通信从一个通信协议(例如,用于传输该通信的第一TDL通信协议)转换为另一个通信协议(例如,与该通信的所确定的目的节点相关联的第二TDL通信协议)。在一些情况下,红色处理器或密码部件1330可位于处理器1310的可信执行环境中。在一些情况下,密码部件1330和协议转换器1335可包括在图12的卫星通信管理器1230中。

[0162] GW/TDL通信管理器1315可被配置为管理从辅助卫星接收并传输到辅助卫星的通信(例如,在TDL交叉链路上)。在一些情况下,GW/TDL通信管理器1315可被配置为支持根据GW/TDL通信协议构建的通信。附加地或另选地,GW/TDL通信管理器1315可被配置为支持根据一个或多个TDL通信协议构建的通信。在一些情况下,GW/TDL通信管理器1315可使用第一天线1340来从辅助卫星接收通信并将通信传输到辅助卫星。

[0163] GW/GW通信管理器1320可被配置为管理网关卫星之间的通信(例如,在GW/GW交叉链路上)。在一些情况下,GW/GW通信管理器1320可被配置为支持根据GW/GW通信协议构建的通信。在一些情况下,GW/GW通信管理器1320可使用第二天线1345来从网关卫星接收通信。在一些情况下,第二天线1345可以以与第一天线1340不同的方式配置。例如,第二天线1345可被配置为在与第一天线1340不同的一组频率内接收。

[0164] GW/CL通信管理器1325可被配置为管理网关卫星与商业卫星之间的通信(例如,在

GW/CL交叉链路上)。在一些情况下,GW/CL通信管理器1325可被配置为支持根据GW/CL通信协议构建的通信。附加地或另选地,GW/CL通信管理器1325还可被配置为支持根据CL通信协议构建的通信。在一些情况下,GW/CL通信管理器1325可使用第三天线1350来从商业卫星接收通信。在一些情况下,第三天线1350可以以与第一天线1340和/或第二天线1345不同的方式配置。例如,第三天线1360可被配置为在与第一天线1340和/或第二天线1345不同的一组频率内接收。

[0165] 在一些情况下,GW/TDL通信管理器1315、GW/GW通信管理器1320、GW/CL通信管理器1325、第一天线1340、第二天线1345和第三天线1350可包括在通信接口(诸如图12的通信接口1240)中。

[0166] 图14示出了如本文所公开的支持分散式卫星星座的示例性辅助卫星1400的框图。辅助卫星1400可被配置为给用户设备提供功能并且使用TDL通信协议。辅助卫星1400可包括处理器1410、TDL通信管理器1415、GW/TDL通信管理器1420、密码部件1425、第一天线1430和第二天线1435。

[0167] 处理器1410可被配置为处理从用户设备接收或预期用于用户设备的通信。在一些情况下,处理器1410可为参考图12描述的处理器1210的示例。

[0168] TDL通信管理器1415可被配置为管理从用户设备接收并传输到用户设备的通信(例如,在TDL通信链路上)。在一些情况下,TDL通信管理器1415可被配置为支持根据TDL通信协议构建的通信。TDL通信管理器1415可将所接收的通信提供给处理器1410。在一些情况下,TDL通信管理器1415可使用第一天线1430从用户设备和/或辅助卫星接收通信并将通信传输到用户设备和/或辅助卫星,所述通信使用在辅助卫星1400处配置的TDL通信协议。

[0169] GW/TDL通信管理器1420可被配置为管理从网关卫星接收并传输到网关卫星的通信(例如,在GW/TDL交叉链路上)。在一些情况下,GW/TDL通信管理器1420可被配置为支持根据GW/TDL通信协议构建的通信。附加地或另选地,GW/TDL通信管理器1420可被配置为支持根据在辅助卫星1400处配置的TDL通信协议构建的通信。在一些情况下,GW/TDL通信管理器1420可使用第二天线1435从网关卫星接收通信并将通信传输到网关卫星—例如使用网关通信协议或在辅助卫星1400处配置的TDL通信协议。在一些情况下,第二天线1435以与第一天线1430不同的方式配置—例如,第二天线1435可被配置为在与第一天线1430不同的一组频率内接收。

[0170] 在一些情况下,TDL通信管理器1415和GW/TDL通信管理器1420、第一天线1430和第二天线1435可包括在通信接口(诸如图12的通信接口1240)中。

[0171] 密码部件1425可被配置为执行密码功能(包括解密、加密、认证和防护)。在一些情况下,密码部件1425可包括在图12的卫星通信管理器1230中。

[0172] 图15示出了根据本公开的各方面的流程图,该流程图示出了支持分散式卫星星座的方法1500。可由如本文所述的网关卫星或其部件来实现方法1500的操作。例如,可由如参考图12和图13描述的网关卫星来执行方法1500的操作。附加地或另选地,网关卫星可使用专用硬件来执行下述功能的各方面。

[0173] 在1505处,网关卫星可使用第一通信协议从与第一网关卫星发生轨道耦合并提供第一功能的第一辅助卫星接收通信。可根据本文所述的方法来执行1505的操作。在一些示例中,可由如参考图13描述的GW/TDL通信管理器来执行1505的操作的各方面。

[0174] 在1510处,网关卫星可从多个目的节点之中选择用于路由该通信的目的节点,该多个目的节点包括与第一网关卫星发生轨道耦合并提供第二功能的第二辅助卫星、具有第二轨道的第二网关卫星以及具有第三轨道的商业通信卫星。可根据本文所述的方法来执行1510的操作。在一些示例中,可由如参考图13描述的处理器1310来执行1510的操作的各方面。

[0175] 在1515处,网关卫星可将与该通信相关联的信息传输到目的节点。可根据本文所述的方法来执行1515的操作。在一些示例中,可由如参考图13描述的GW/TDL通信管理器、GW/GW通信管理器和/或GW/CL通信管理器来执行1515的操作的各方面。

[0176] 图16示出了根据本公开的各方面的流程图,该流程图示出了支持分散式卫星星座的方法1600。可由如本文所述的辅助卫星或其部件来实现方法1600的操作。例如,可由如参考图12和图14描述的辅助卫星来执行方法1600的操作。附加地或另选地,辅助卫星可使用专用硬件来执行下述功能的各方面。

[0177] 在1605处,辅助卫星可使用第一通信协议来与网关卫星建立连接,其中第一辅助卫星与网关卫星发生轨道耦合。可根据本文所述的方法来执行1605的操作。在一些示例中,可由如参考图14描述的GW/TDL通信管理器来执行1605的操作的各方面。

[0178] 在1610处,辅助卫星可使用第二通信协议来接收通信。可根据本文所述的方法来执行1610的操作。在一些示例中,可由如参考图14描述的TDL通信管理器来执行1610的操作的各方面。

[0179] 在1615处,辅助卫星可确定该通信指向第二辅助卫星或由第二辅助卫星提供服务的设备。可根据本文所述的方法来执行1615的操作。在一些示例中,可由如参考图14描述的处理器来执行1615的操作的各方面。

[0180] 在1620处,辅助卫星可至少部分地基于该确定来使用第一通信协议将来自该通信的数据传输到网关卫星,该网关卫星被配置为将该通信直接路由到第二辅助卫星或经由具有第二轨道的第二网关卫星将该通信间接路由到第二辅助卫星。可根据本文所述的方法来执行1620的操作。在一些示例中,可由如参考图14描述的GW/TDL通信管理器来执行1620的操作的各方面。

[0181] 应当注意,本文所述的方法描述了可能的实施方式,并且所述操作和步骤可被重新布置或以其他方式修改,并且其他实施方式是可能的。此外,可组合来自所述方法中的两种或更多种方法的方面。

[0182] 以上结合附图阐述的具体实施方式描述了示例,并且不仅仅表示可被实现或在权利要求的范围内的示例。在本说明书中使用术语“示例”意指“用作示例、实例或说明”,并非“优选的”或“优于其他示例”。具体实施方式包括具体细节以提供对所描述的技术的理解。然而,可在没有这些具体细节的情况下实践这些技术。在一些情况下,以框图形式示出了众所周知的结构和装置,以避免模糊所描述的示例的概念。

[0183] 可使用多种不同技术和方法中的任何一种来表示信息和信号。例如,可在整个以上描述中提及的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号和码片可由电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子或它们的任何组合来表示。

[0184] 结合本文的公开内容描述的各种示例性框和部件可以用以下来实现或执行:通用处理器、数字信号处理器(DSP)、ASIC、FPGA或其他可编程逻辑设备、分立栅极或晶体管逻

辑、分立硬件部件或被设计用于执行本文所述功能的它们的任何组合。通用处理器可为微处理器,但在替代方案中,处理器可为任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器也可被实现为计算设备的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、与DSP内核结合的微处理器或任何其他此类配置。

[0185] 本文所述的功能可以在硬件、由处理器执行的软件、固件或它们的任何组合中实现。如果在由处理器执行的软件中实现,则这些功能可以作为指令或代码存储在计算机可读介质上或通过计算机可读介质传输。其他示例和实施方式在本公开和所附权利要求书的范围内。例如,由于软件的性质,上文所述的功能可以使用由处理器、硬件、固件、硬接线或这些中的任一者的组合执行的软件实现。实现功能的特征还可物理地位于各种位置,包括呈分布式,使得功能部分在不同的物理位置处实现。如本文所用,包括在权利要求中,当用于两个或更多个项目的列表时,术语“和/或”意指可单独采用所列项目中的任一者,或者可采用所列项目中的两个或更多个项目的任何组合。例如,如果组合物被描述为包含部件A、B和/或C,则组合物可包含单独的A;单独的B;单独的C;A和B的组合;A和C的组合;B和C的组合;或A、B和C的组合。另外,如本文(包括在权利要求书中)所用,在项目列表(例如,以诸如“…中的至少一者”或“…中的一者或多者”的短语为前缀的项目列表)中使用的“或”指示选言列表,使得例如“A、B或C中的至少一者”列表意指A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A和B和C)。

[0186] 计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者,该计算机可读介质包括有助于将计算机程序从一个地方转移到另一个地方的任何介质。存储介质可以是可由通用或专用计算机访问的任何可用介质。以举例而非限制的方式,计算机可读介质可包括RAM、ROM、EEPROM、闪存存储器、CD-ROM或其他光盘存储装置、磁盘存储装置或其他磁性存储设备或者可用于承载或存储以指令或数据结构形式的期望程序代码装置并且可由通用或专用计算机或者通用或专用处理器访问的任何其他介质。而且,任何连接都适当地称为计算机可读介质。例如,如果使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字用户线路(DSL)或无线技术(诸如红外,无线电和微波)从网站、服务器或其他远程源传输软件,则同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL或无线技术(诸如红外、无线电和微波)包括在介质的定义中。如本文所用,磁盘和光盘包括紧凑光盘(CD)、激光光盘、光学光盘、数字通用光盘(DVD)、软盘和蓝光光盘,其中磁盘通常磁性地复制数据,而光盘通过激光器光学地复制数据。上述的组合也包括在计算机可读介质的范围内。

[0187] 如本文所用,短语“基于”不应被解释为对封闭条件集的引用。例如,在不脱离本公开的范围的情况下,被描述为“基于条件A”的示例性步骤可以基于条件A和条件B两者。换句话说讲,如本文所用,短语“基于”应当以与短语“至少部分地基于”相同的方式进行解释。

[0188] 提供对本公开的先前描述是为了使本领域技术人员能够制作或使用本公开。对本公开的各种修改对于本领域技术人员将是显而易见的,并且本文定义的一般原理可应用于其他变型而不脱离本公开的范围。因此,本公开不限于本文所述的示例和设计,而是应符合与本文所公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

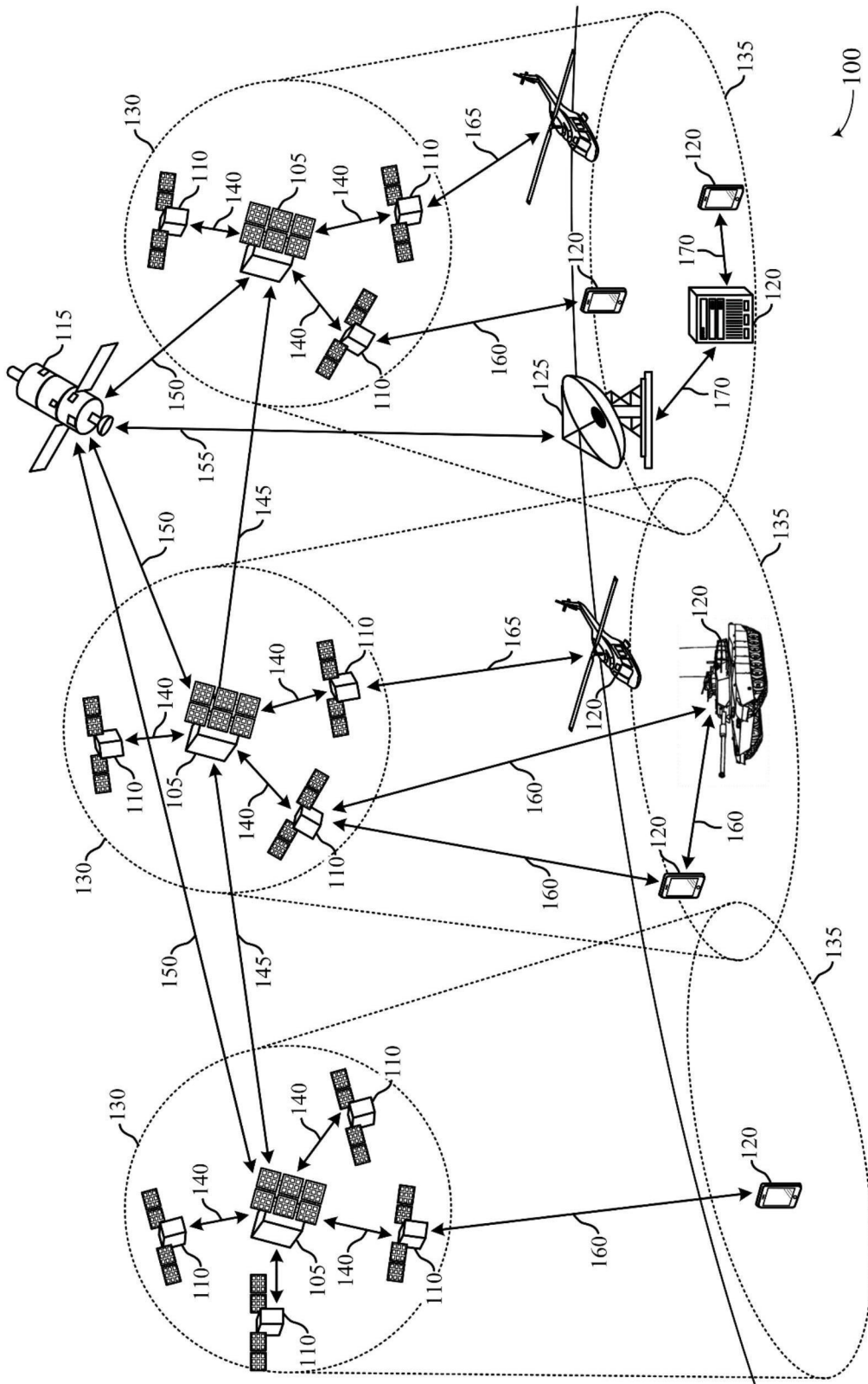


图1

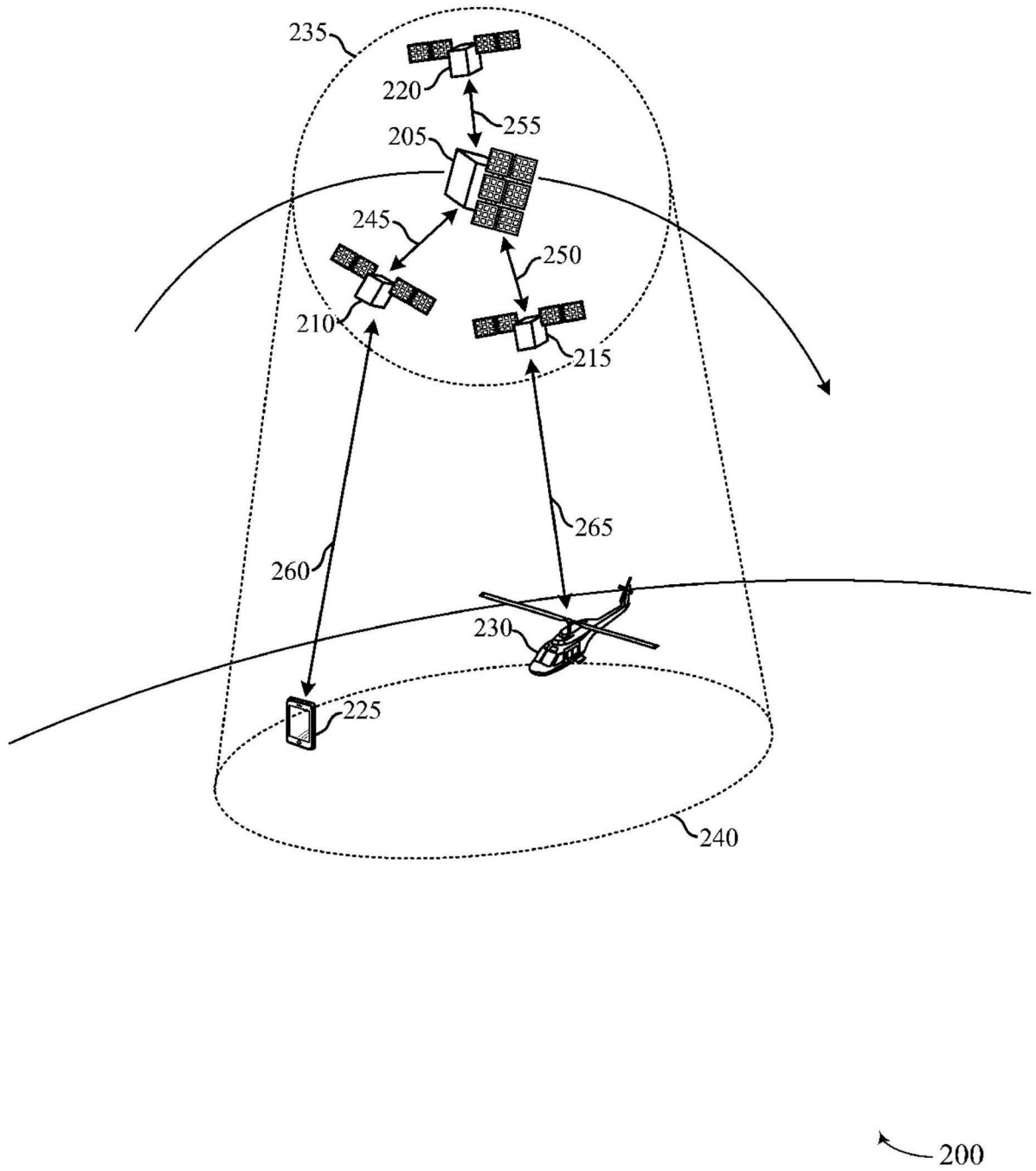


图2

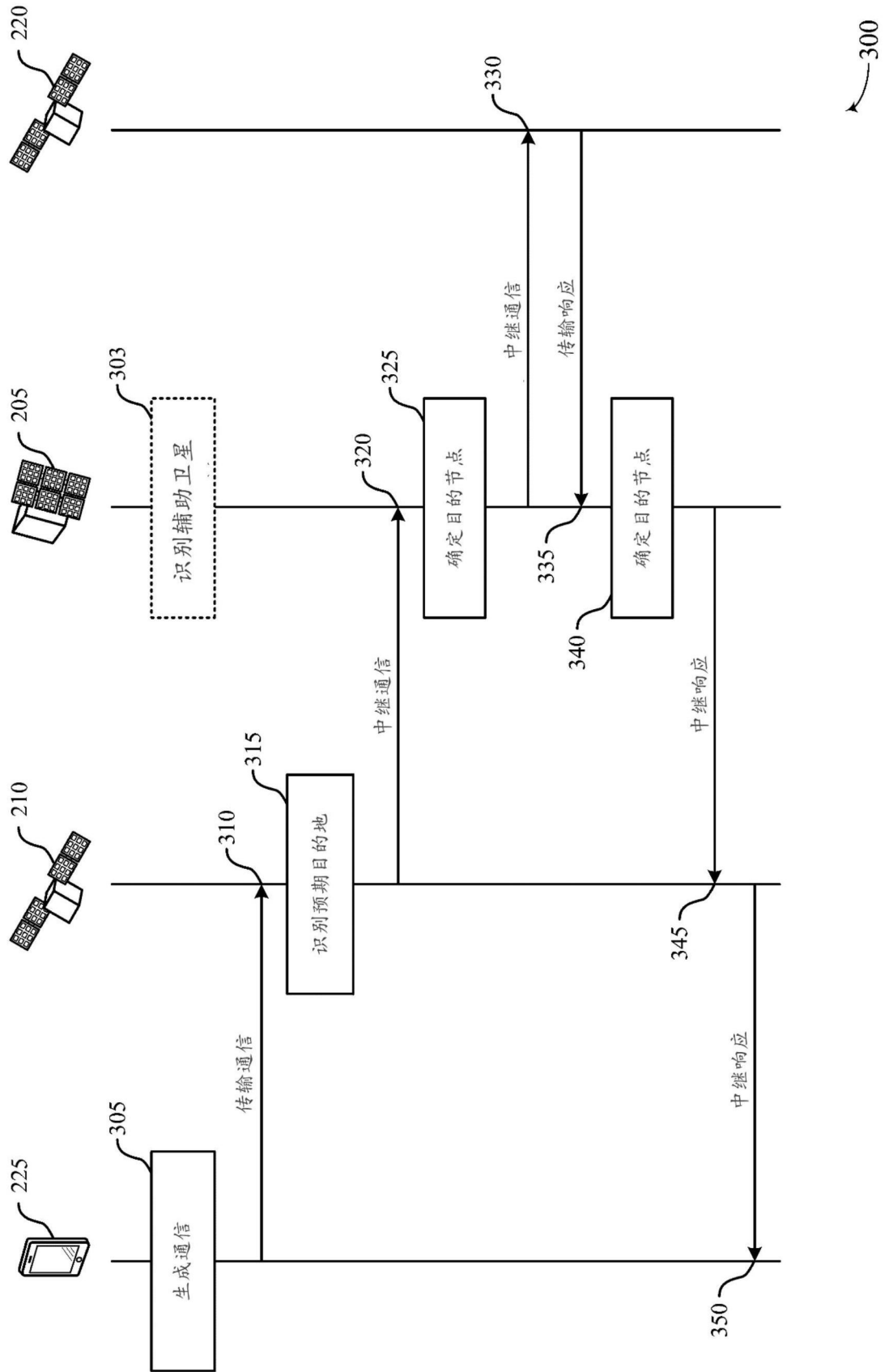


图3

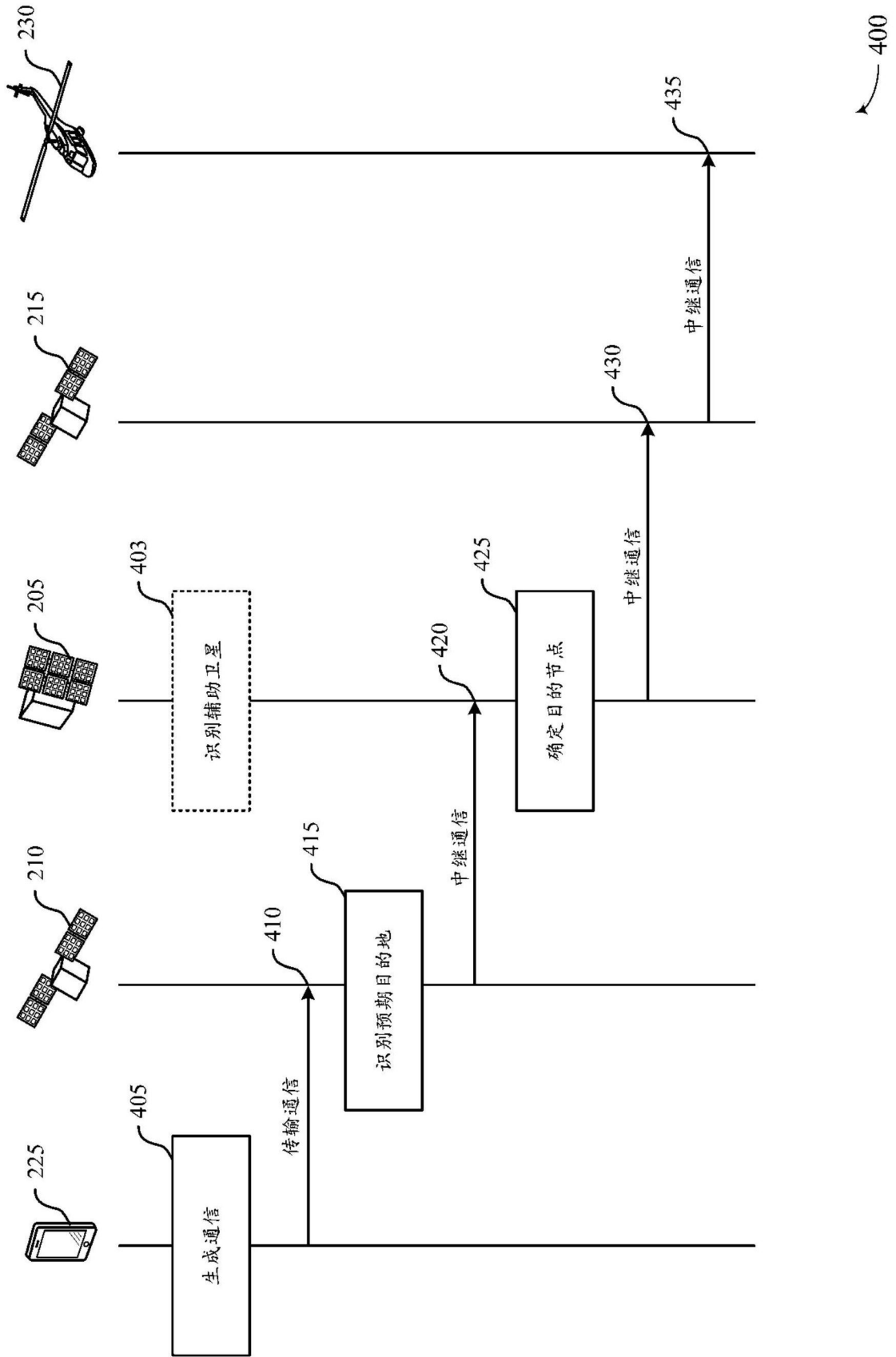


图4

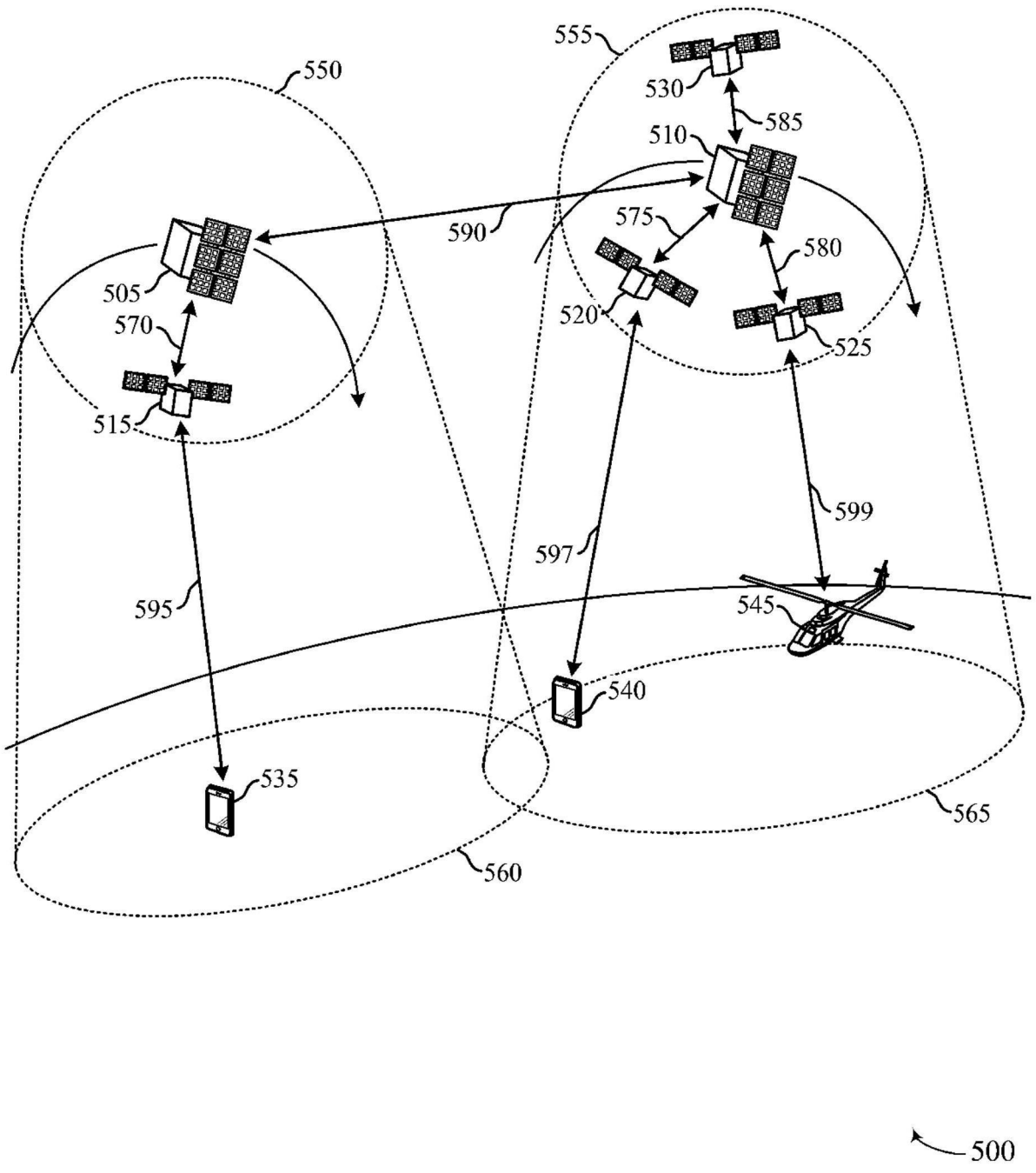


图5

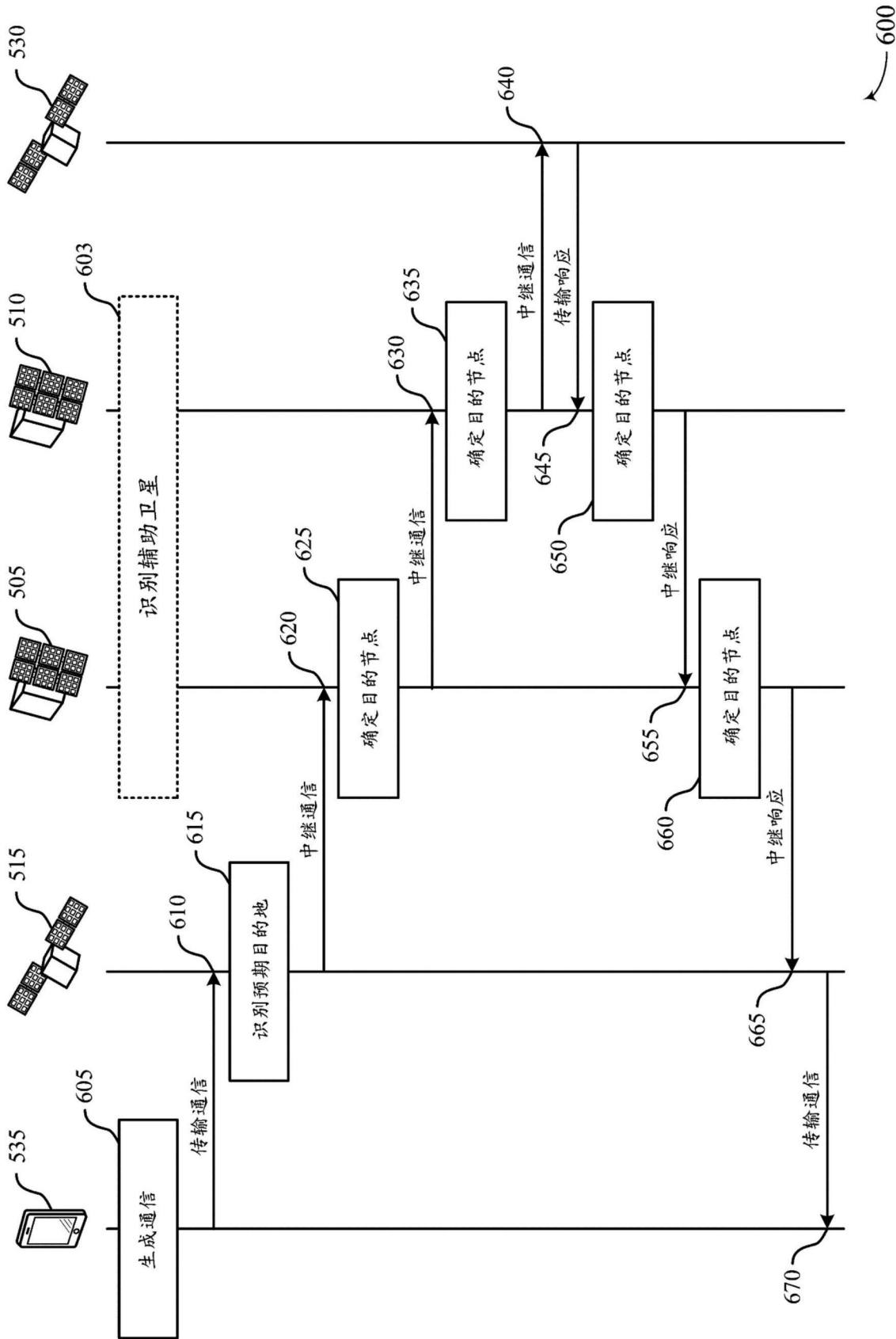


图6

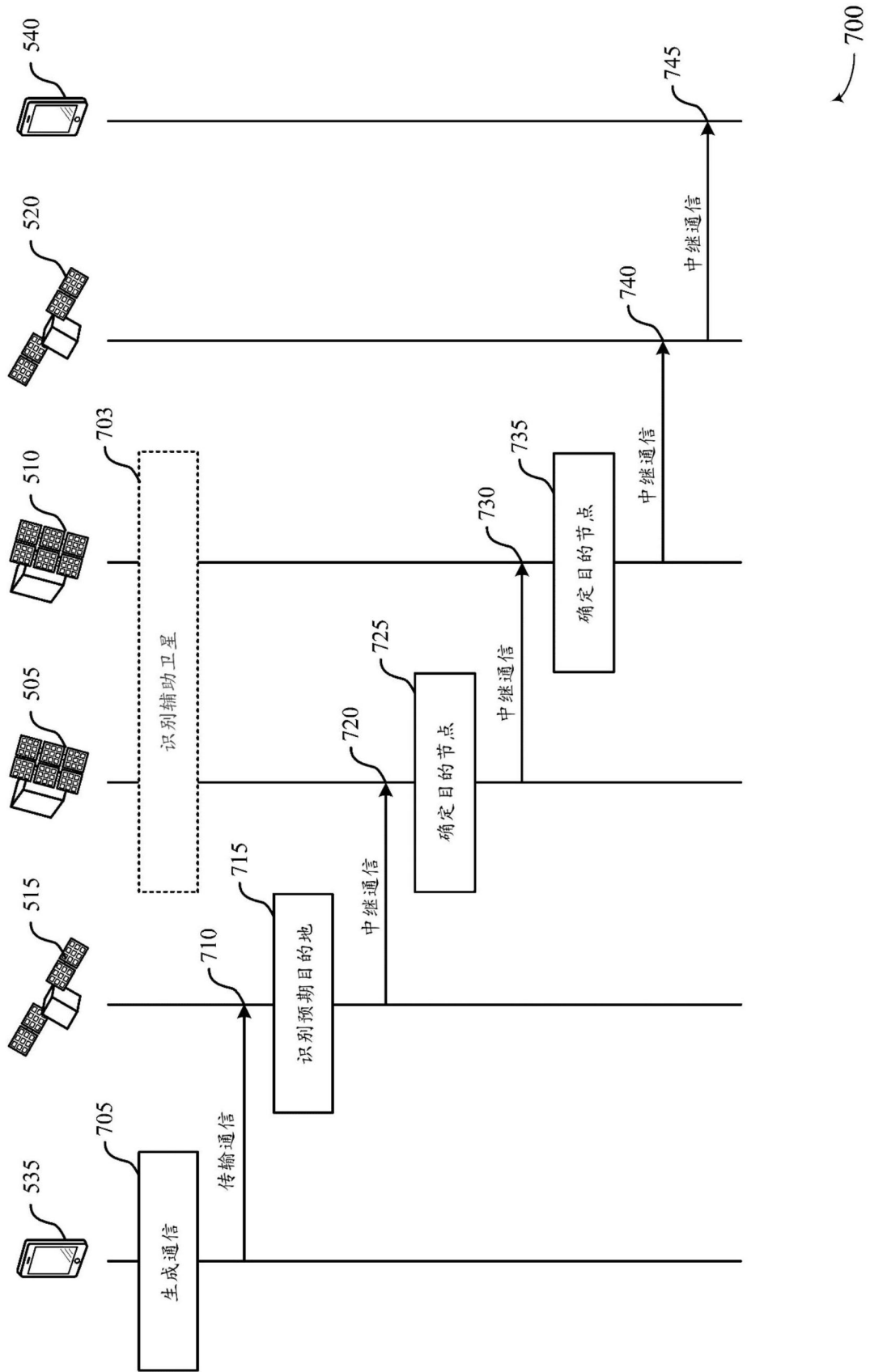


图7

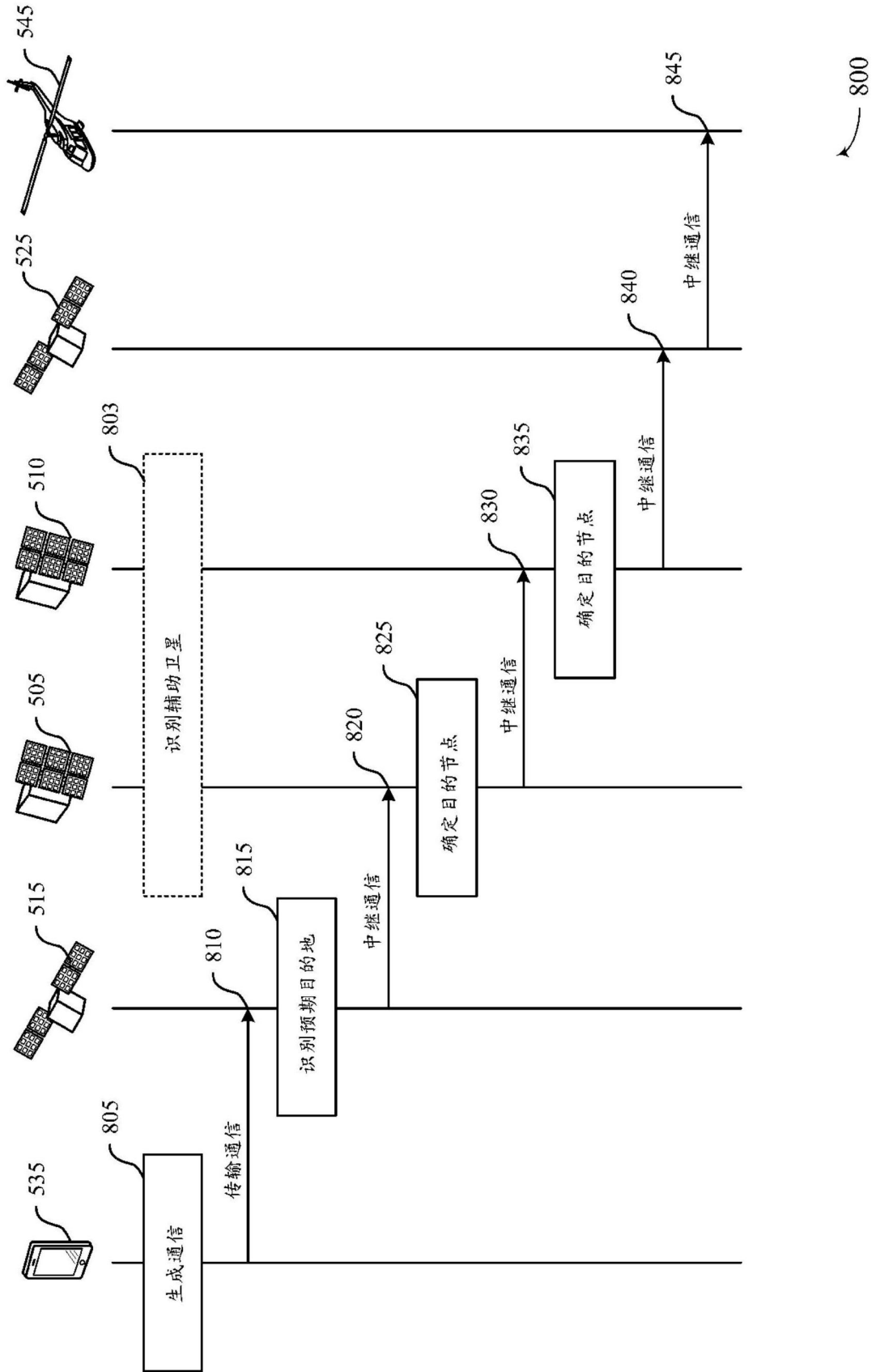


图8

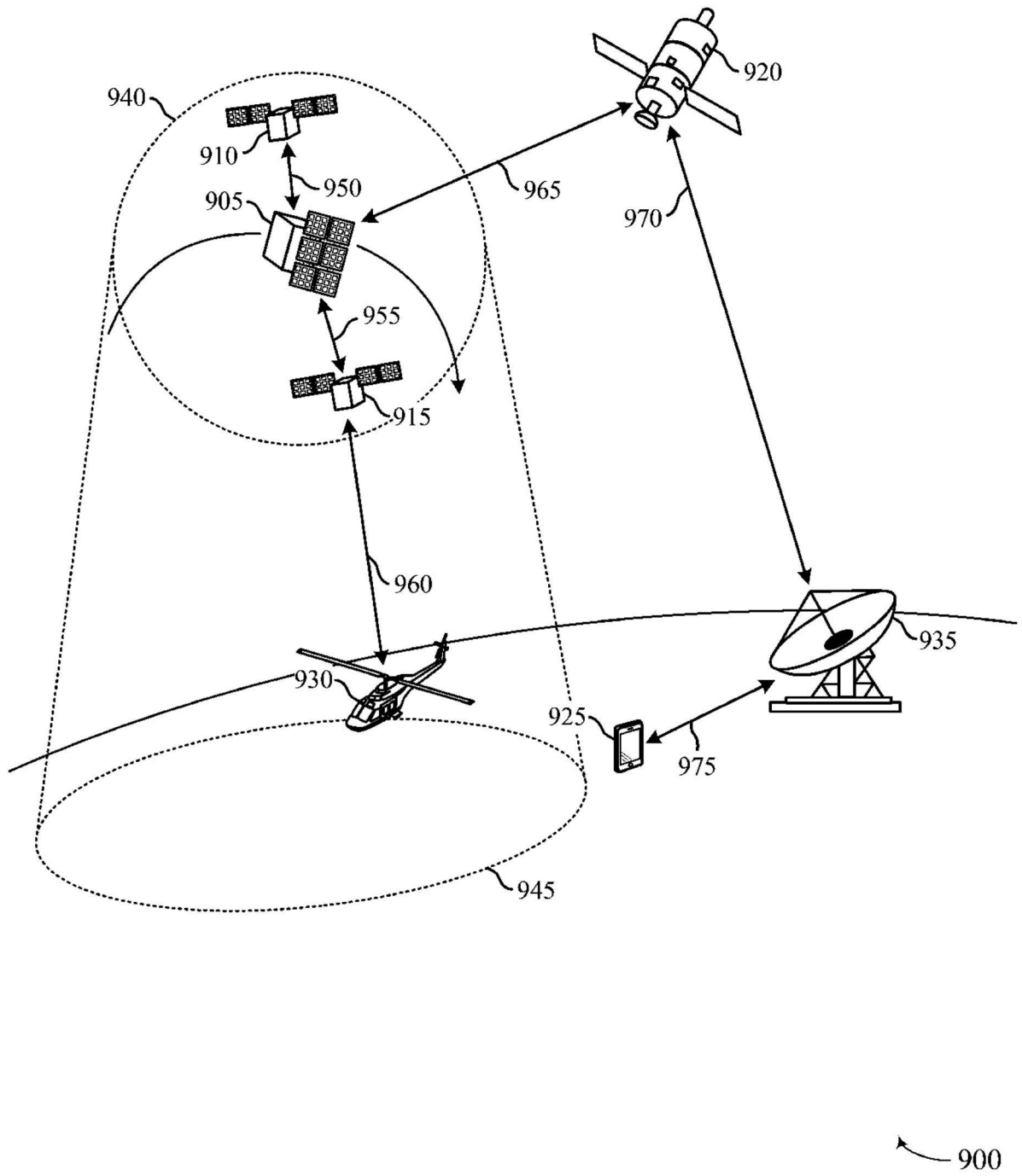


图9

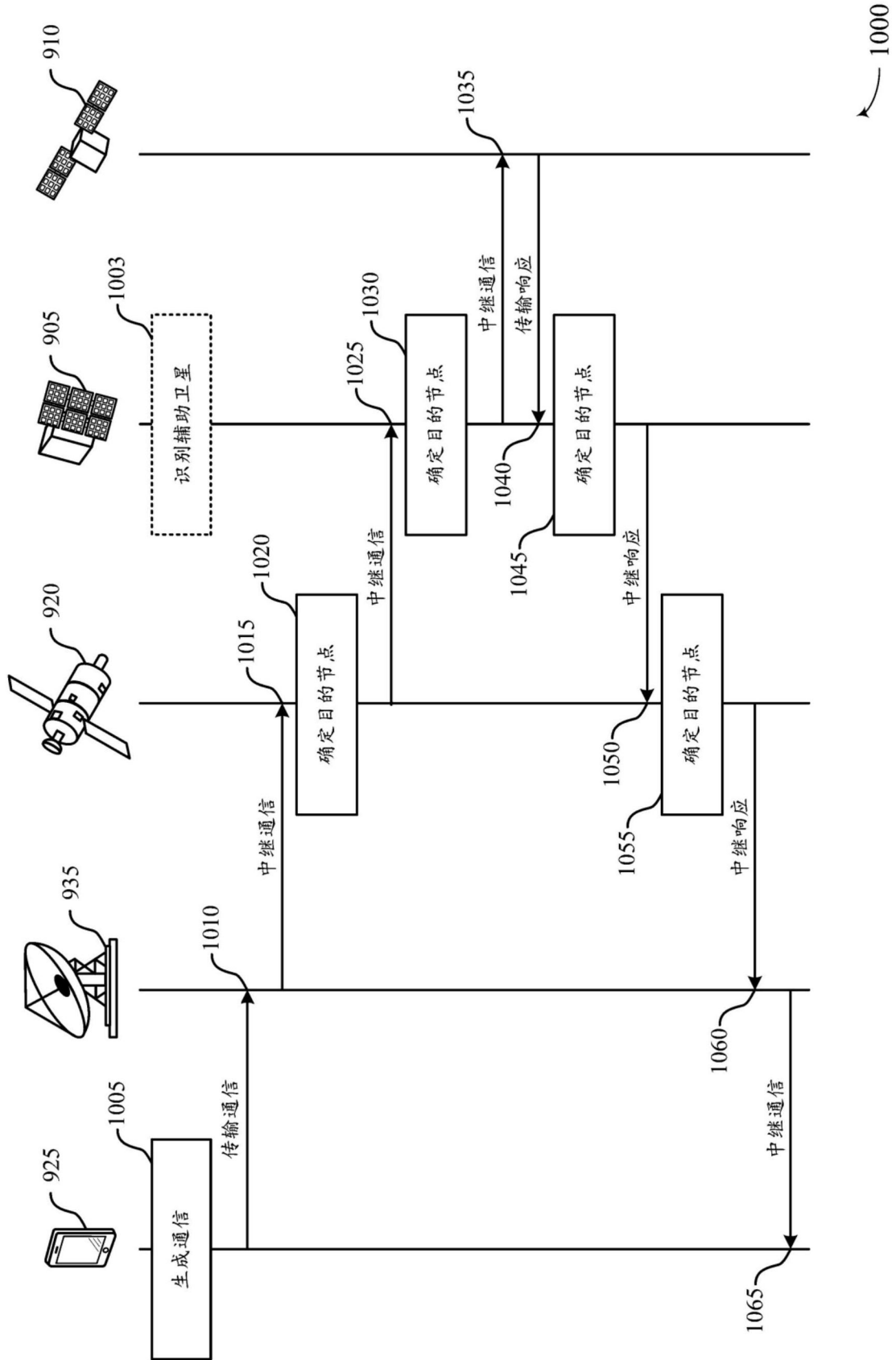


图10

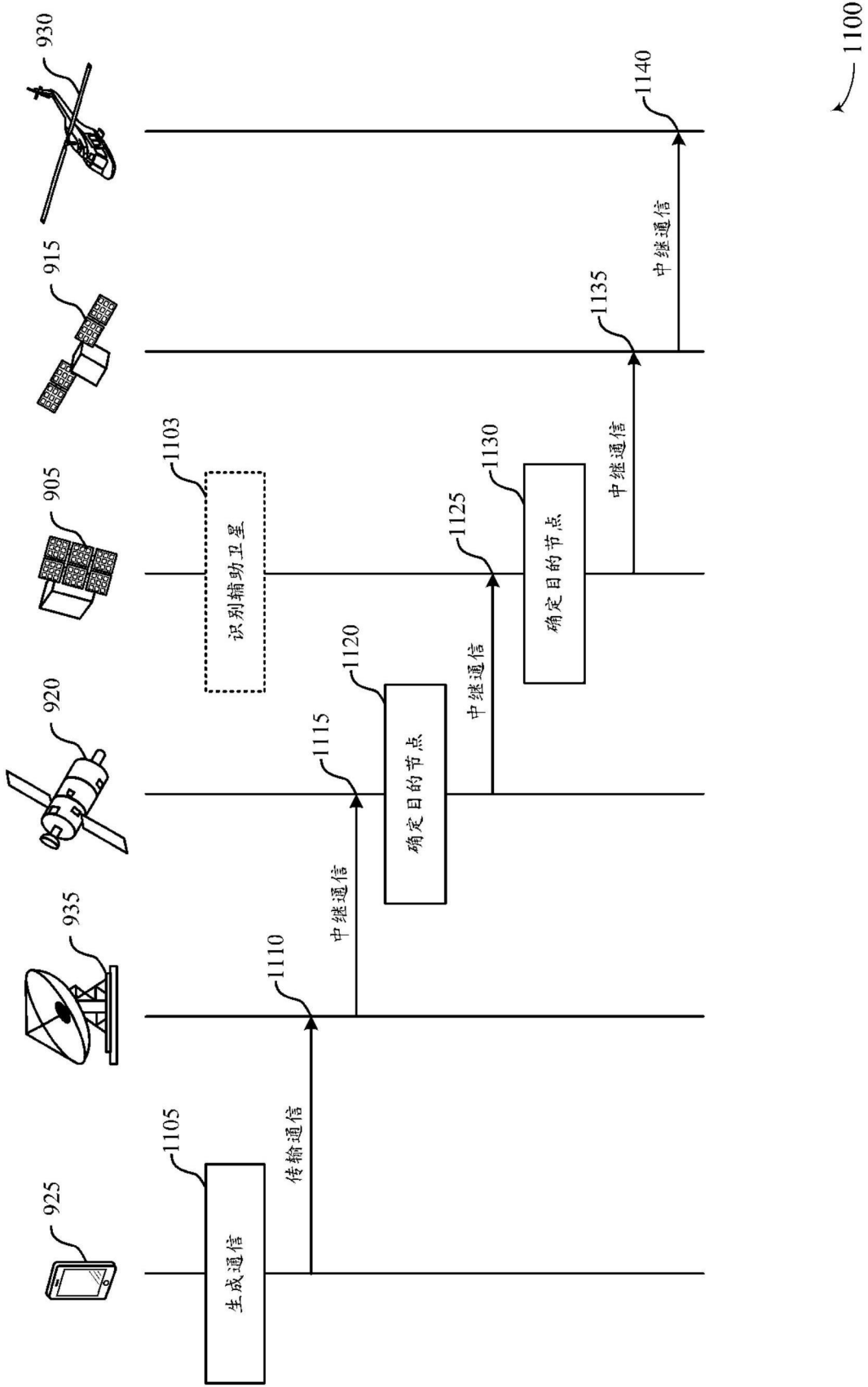


图11

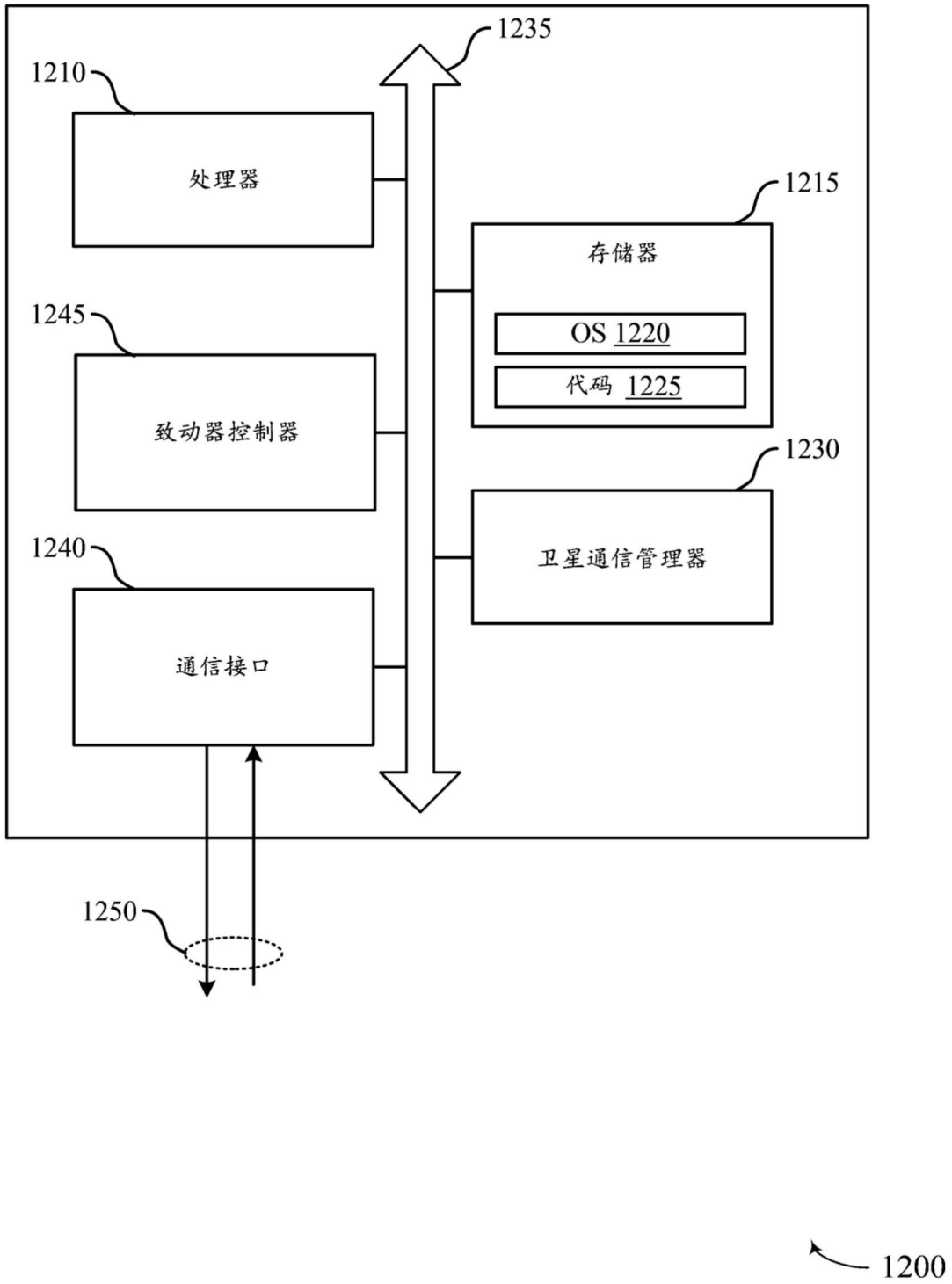


图12

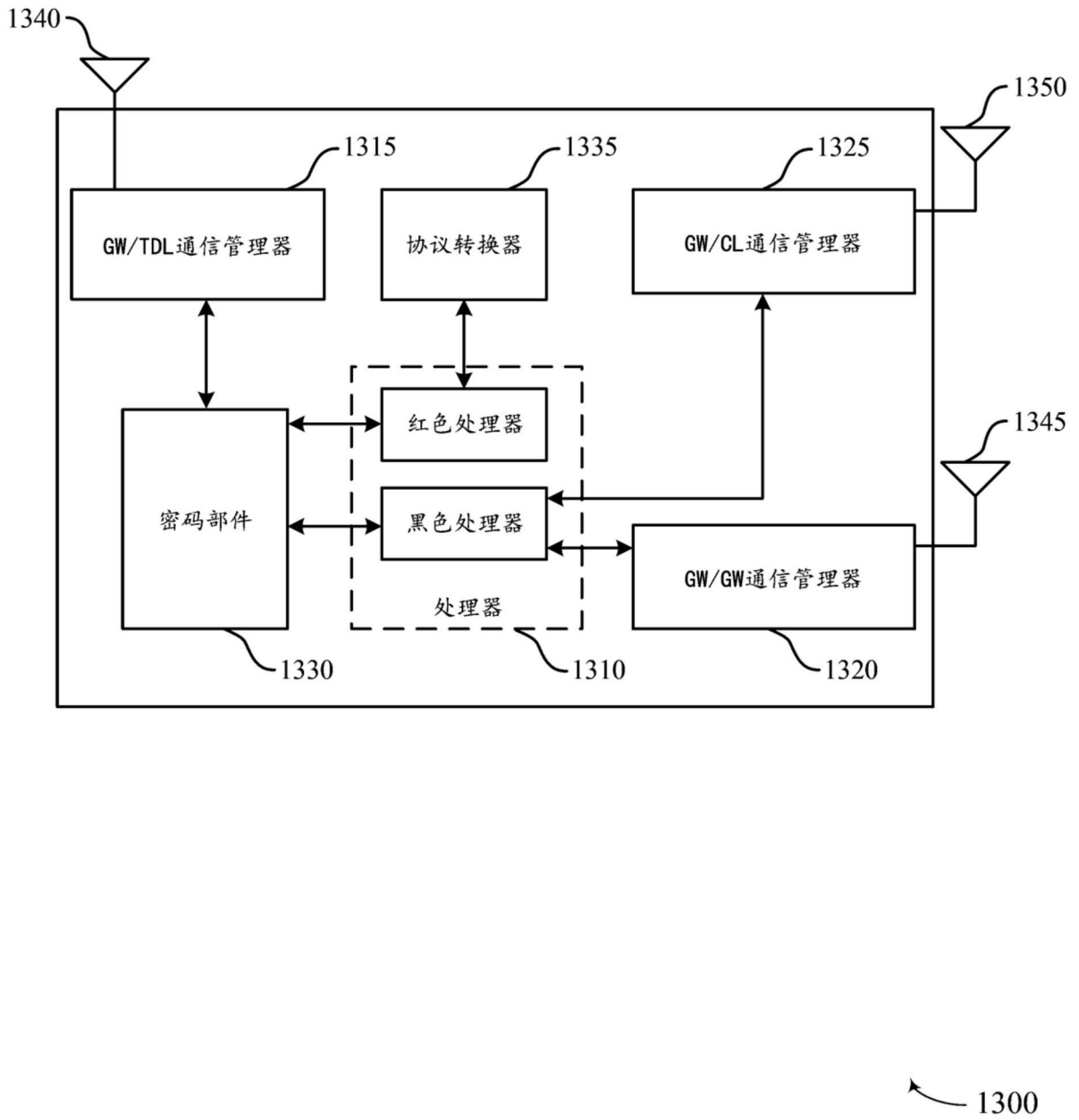


图13

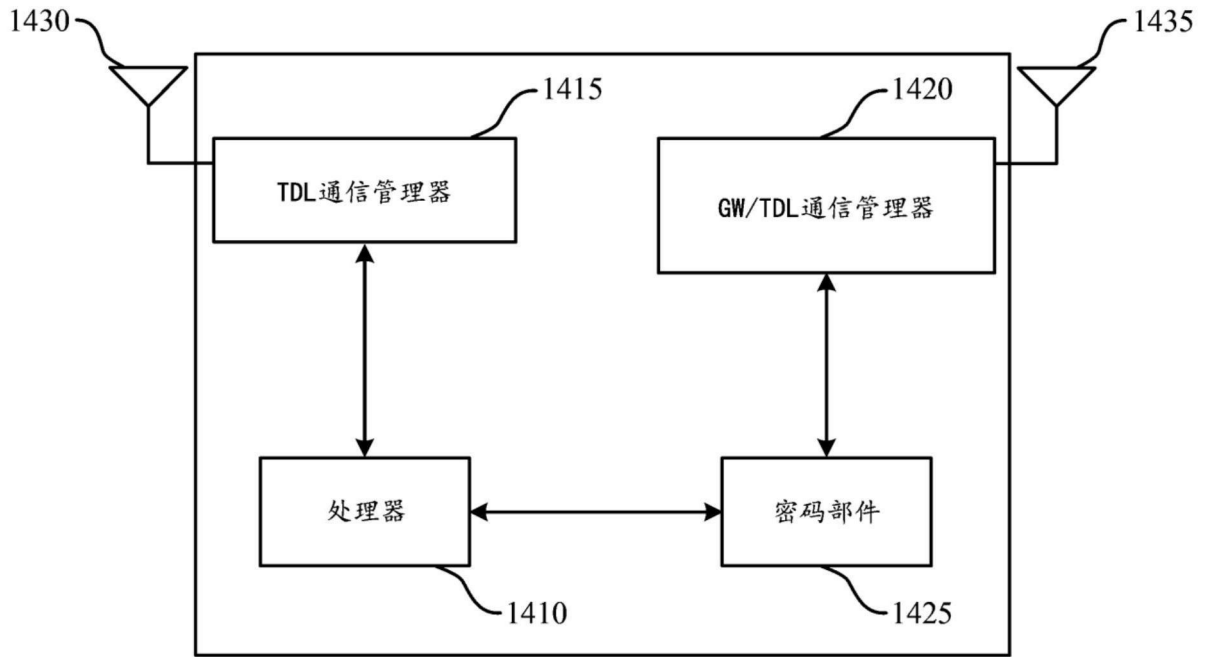


图14

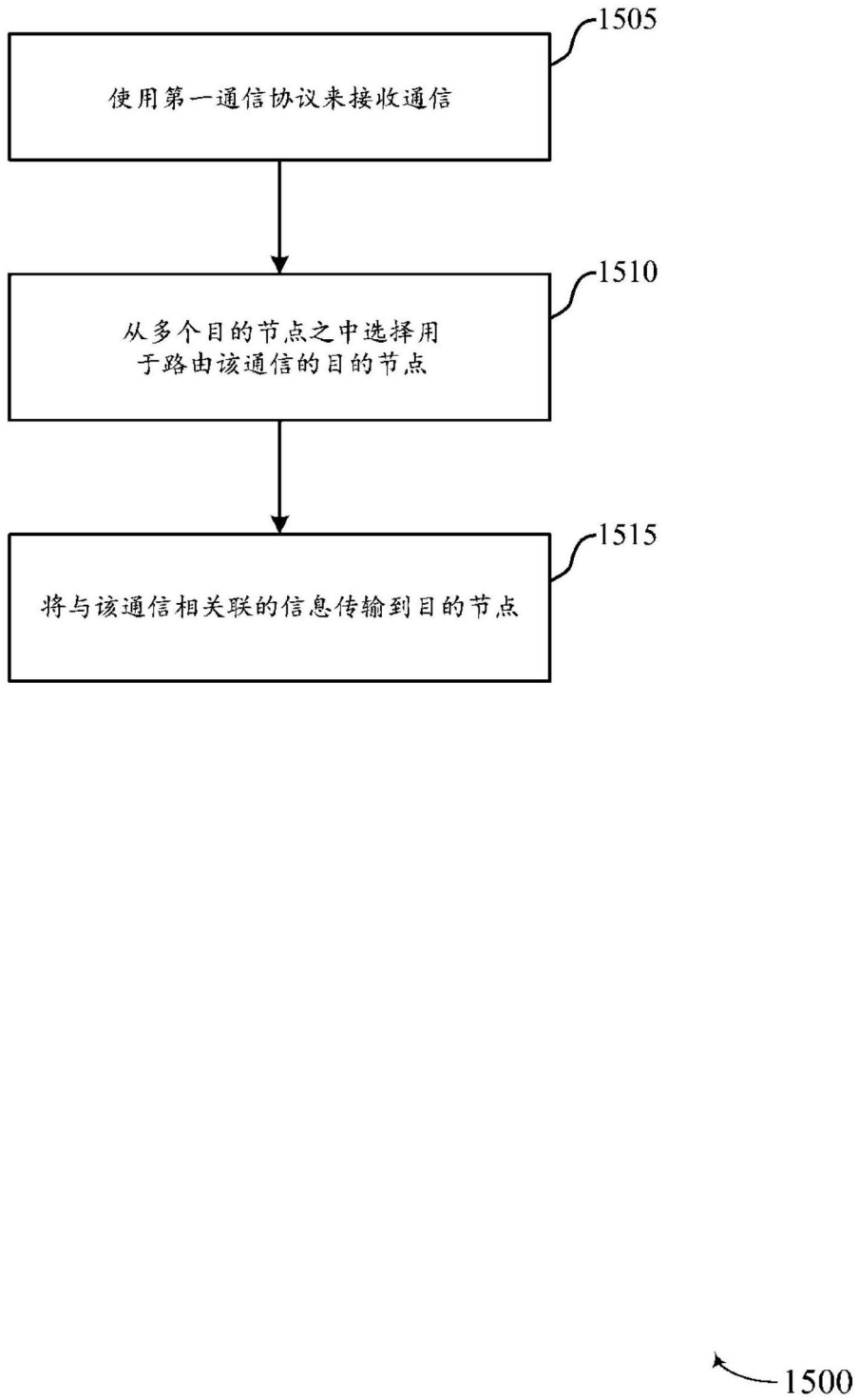


图15

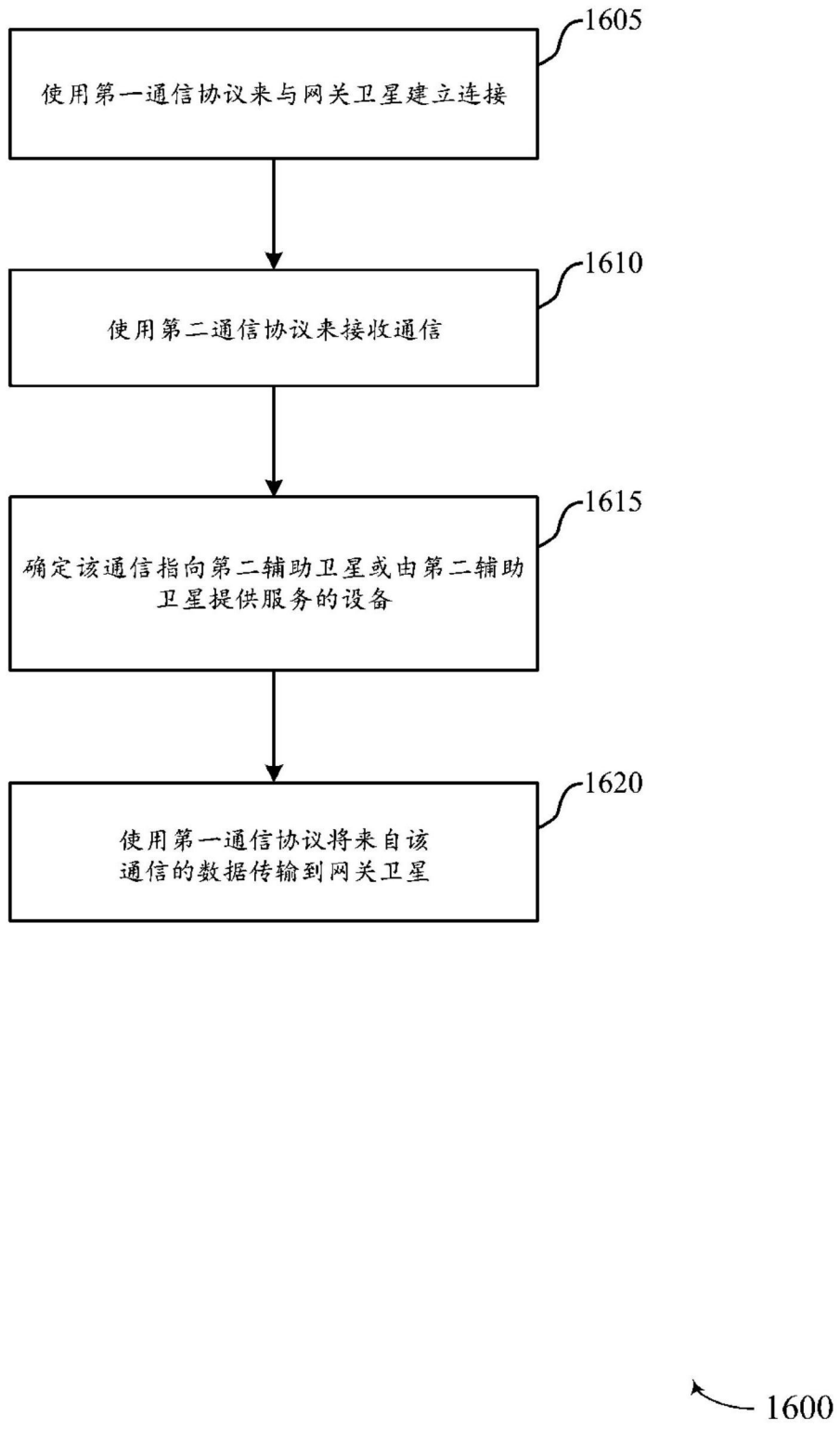


图16