



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111684307 B

(45) 授权公告日 2023.06.20

(21) 申请号 201980005572.X

(72) 发明人 李涛

(22) 申请日 2019.01.09

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111684307 A

专利代理师 张成新

(43) 申请公布日 2020.09.18

(51) Int.Cl.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.05.14

G01S 17/88 (2006.01)

H02P 5/00 (2016.01)

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2019/071027 2019.01.09

审查员 曾武

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/142944 ZH 2020.07.16

(73) 专利权人 深圳市大疆创新科技有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新区
南区粤兴一道9号香港科大深圳产学
研大楼6楼

权利要求书6页 说明书17页 附图5页

(54) 发明名称

电机控制方法、激光雷达和可移动设备

(57) 摘要

一种电机(602,8022)控制方法、激光雷达(600,702,802,9022)和可移动设备(800,900),包括:通过确定多个电机(602,8022)的启动时刻,多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同(S201);控制各个电机(602,8022)在各自相应的启动时刻启动(S202)。降低了激光雷达(600,702,802,9022)启动时,同时启动的电机(602,8022)的数量,从而降低了总的启动电流,进而避免了因总的启动电流过大而导致激光雷达(600,702,802,9022)出现异常,提高了激光雷达(600,702,802,9022)的稳定性。



1. 一种电机控制方法,应用于激光雷达,所述激光雷达包括多个电机,其特征在于,包括:

确定所述多个电机的启动时刻,所述多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同;

控制各个电机在各自相应的启动时刻启动;

确定预设时间段内各个电机的转速波动;

根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,所述主电机为转速波动最小的电机,所述从电机为除所述主电机之外的其他电机。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述确定所述多个电机的启动时刻,包括:

根据所述多个电机的标识信息,确定所述多个电机的启动时刻。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述控制各个电机在各自相应的启动时刻启动,包括:

获取所述电机的目标转速;

根据所述目标转速,确定分级转速,所述分级转速小于所述目标转速;

控制所述电机在该电机的启动时刻,以所述分级转速启动。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述目标转速,确定分级转速,包括:

根据所述目标转速以及转速与电流的对应关系,确定所述分级转速;

或者,根据所述目标转速以及环境温度,确定所述分级转速;

或者,根据所述目标转速、环境温度以及转速与电流的对应关系,确定所述分级转速。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

若所述电机的转速达到所述分级转速,且所述电机中的电流小于预设电流阈值,则增大所述电机的转速,直至所述电机的转速达到所述目标转速。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

当所述电机中的电流小于预设电流阈值,且持续预设时长时候,增大所述电机的转速。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述预设电流阈值大于或等于所述电机平稳运行时的电流。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,包括:

根据所述主电机的转速以及预设关系式,对所述从电机的转速进行控制,所述预设关系式为所述主电机的转速与所述从电机的转速之间的关系。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述主电机的转速与所述从电机的转速呈线性关系。

10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取所述电机自身的状态参数以及环境因素的状态参数;

根据所述电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,执行相应的保护措施。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述电机自身的状态参数至少包括以下中的一种:所述电机的电流、所述电机的转速、所述电机的硬件状态、控制所述电机的电调与对应的主控之间的通信状况、所述电机的输入电压状况、电阻及线圈状况;

所述环境因素的状态参数至少包括以下中的一种：所述激光雷达的电源状态、所述激光雷达的通信状态、环境温度、以及所述激光雷达激光器的运行状态中。

12. 根据权利要求10或11所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述电机自身的状态参数和环境因素的状态参数，确定所述电机的运行状态，所述电机的运行状态包括正常、告警和错误。

13. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述激光雷达的启动次数，确定所述多个电机的目标转速。

14. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换。

15. 根据权利要求14所述的方法，其特征在于，所述控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换，包括：

至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速；或者

至少将一个较高目标转速和一个较低目标转速交替设置为两个电机的目标转速。

16. 根据权利要求15所述的方法，其特征在于，所述激光雷达包括第一电机、第二电机以及第三电机，所述至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速具体包括：

在每次启动所述激光雷达时，将所述第一电机和所述第二电机的目标转速交替设置为最高的目标转速和第二高的目标转速，将所述第三电机的目标转速始终设置为最低的目标转速。

17. 根据权利要求15所述的方法，其特征在于，其中需要交替设置的目标转速为第一目标转速和第二目标转速，所述控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换，具体包括：

每次启动所述激光雷达时，进行计数；

下次启动所述激光雷达时，获取计数值；

若所述计数值为奇数，则将第一电机的目标转速设为第一目标转速，将第二电机的目标转速设为第二目标转速；

若所述计数值为偶数，则将第一电机的目标转速设为第二目标转速，将第二电机的目标转速设为第一目标转速；

对所述计数值进行自增。

18. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

控制每个电机再次启动时的目标转速设定为与上次启动时的目标转速不相同。

19. 一种激光雷达，其特征在于，包括处理器和多个电机；

所述处理器用于：

确定所述多个电机的启动时刻，所述多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同；

控制各个电机在各自相应的启动时刻启动；

确定预设时间段内各个电机的转速波动；

根据主电机的转速，对从电机的转速进行控制，所述主电机为转速波动最小的电机，所述从电机为除所述主电机之外的其他电机。

20. 根据权利要求19所述的激光雷达，其特征在于，所述处理器用于确定所述多个电机

的启动时刻,具体包括:

根据所述多个电机的标识信息,确定所述多个电机的启动时刻。

21. 根据权利要求19所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器用于控制各个电机在各自相应的启动时刻启动,具体包括:

获取所述电机的目标转速;

根据所述目标转速,确定分级转速,所述分级转速小于所述目标转速;

控制所述电机在该电机的启动时刻,以所述分级转速启动。

22. 根据权利要求21所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器用于根据所述目标转速,确定分级转速,具体包括:

根据所述目标转速以及转速与电流的对应关系,确定所述分级转速;

或者,根据所述目标转速以及环境温度,确定所述分级转速;

或者,根据所述目标转速、环境温度以及转速与电流的对应关系,确定所述分级转速。

23. 根据权利要求21所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器还用于:

若所述电机的转速达到所述分级转速,且所述电机中的电流小于预设电流阈值,则增大所述电机的转速,直至所述电机的转速达到所述目标转速。

24. 根据权利要求23所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器还用于:

当所述电机中的电流小于预设电流阈值,且持续预设时长时候,增大所述电机的转速。

25. 根据权利要求23所述的激光雷达,其特征在于,所述预设电流阈值大于或等于所述电机平稳运行时的电流。

26. 根据权利要求19所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器用于根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,具体包括:

根据所述主电机的转速以及预设关系式,对所述从电机的转速进行控制,所述预设关系式为所述主电机的转速与所述从电机的转速之间的关系。

27. 根据权利要求26所述的激光雷达,其特征在于,所述主电机的转速与所述从电机的转速呈线性关系。

28. 根据权利要求19所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器还用于:

获取所述电机自身的状态参数以及环境因素的状态参数;

根据所述电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,执行相应的保护措施。

29. 根据权利要求28所述的激光雷达,其特征在于,所述电机自身的状态参数至少包括以下中的一种:所述电机的电流、所述电机的转速、所述电机的硬件状态、控制所述电机的电调与对应的主控之间的通信状况、所述电机的输入电压状况、电阻及线圈状况;

所述环境因素的状态参数至少包括以下中的一种:所述激光雷达的电源状态、所述激光雷达的通信状态、环境温度、以及所述激光雷达激光器的运行状态中。

30. 根据权利要求28或29所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器还用于:根据所述电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,确定所述电机的运行状态,所述电机的运行状态包括正常、告警和错误。

31. 根据权利要求19所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器还用于:

根据所述激光雷达的启动次数,确定所述多个电机的目标转速。

32. 根据权利要求19所述的激光雷达,其特征在于,所述处理器还用于:

控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换。

33. 根据权利要求32所述的激光雷达,其特征不在于,所述处理器用于控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换,具体包括:

至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速;或者

至少将一个较高目标转速和一个较低目标转速交替设置为两个电机的目标转速。

34. 根据权利要求33所述的激光雷达,其特征不在于,所述激光雷达包括第一电机、第二电机以及第三电机,所述处理器用于至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速具体包括:

在每次启动所述激光雷达时,将所述第一电机和所述第二电机的目标转速交替设置为最高的目标转速和第二高的目标转速,将所述第三电机的目标转速始终设置为最低的目标转速。

35. 根据权利要求33所述的激光雷达,其特征不在于,其中需要交替设置的目标转速为第一目标转速和第二目标转速,所述处理器用于控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换,具体包括:

每次启动所述激光雷达时,进行计数;

下次启动所述激光雷达时,获取计数值;

若所述计数值为奇数,则将第一电机的目标转速设为第一目标转速,将第二电机的目标转速设为第二目标转速;

若所述计数值为偶数,则将第一电机的目标转速设为第二目标转速,将第二电机的目标转速设为第一目标转速;

对所述计数值进行自增。

36. 根据权利要求19所述的激光雷达,其特征不在于,所述处理器还用于:

控制每个电机再次启动时的目标转速设定为与上次启动时的目标转速不相同。

37. 一种可移动设备,其特征不在于,包括机身和搭载于所述机身上的激光雷达;

所述激光雷达包括处理器和多个电机;

所述处理器用于:

确定所述多个电机的启动时刻,所述多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同;

控制各个电机在各自相应的启动时刻启动;

确定预设时间段内各个电机的转速波动;

根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,所述主电机为转速波动最小的电机,所述从电机为除所述主电机之外的其他电机。

38. 根据权利要求37所述的设备,其特征不在于,所述处理器用于确定所述多个电机的启动时刻,具体包括:

根据所述多个电机的标识信息,确定所述多个电机的启动时刻。

39. 根据权利要求38所述的设备,其特征不在于,所述处理器用于控制各个电机在各自相应的启动时刻启动,具体包括:

获取所述电机的目标转速;

根据所述目标转速,确定分级转速,所述分级转速小于所述目标转速;

控制所述电机在该电机的启动时刻,以所述分级转速启动。

40. 根据权利要求39所述的设备,其特征在于,所述处理器用于根据所述目标转速,确定分级转速,具体包括:

根据所述目标转速以及转速与电流的对应关系,确定所述分级转速;

或者,根据所述目标转速以及环境温度,确定所述分级转速;

或者,根据所述目标转速、环境温度以及转速与电流的对应关系,确定所述分级转速。

41. 根据权利要求39所述的设备,其特征在于,所述处理器还用于:

若所述电机的转速达到所述分级转速,且所述电机中的电流小于预设电流阈值,则增大所述电机的转速,直至所述电机的转速达到所述目标转速。

42. 根据权利要求41所述的设备,其特征在于,所述处理器还用于:

当所述电机中的电流小于预设电流阈值,且持续预设时长时候,增大所述电机的转速。

43. 根据权利要求41所述的设备,其特征在于,所述预设电流阈值大于或等于所述电机平稳运行时的电流。

44. 根据权利要求37所述的设备,其特征在于,所述处理器用于根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,具体包括:

根据所述主电机的转速以及预设关系式,对所述从电机的转速进行控制,所述预设关系式为所述主电机的转速与所述从电机的转速之间的关系。

45. 根据权利要求44所述的设备,其特征在于,所述主电机的转速与所述从电机的转速呈线性关系。

46. 根据权利要求37所述的设备,其特征在于,所述处理器还用于:

获取所述电机自身的状态参数以及环境因素的状态参数;

根据所述电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,执行相应的保护措施。

47. 根据权利要求46所述的设备,其特征在于,所述电机自身的状态参数至少包括以下中的一种:所述电机的电流、所述电机的转速、所述电机的硬件状态、控制所述电机的电调与对应的主控之间的通信状况、所述电机的输入电压状况、电阻及线圈状况;

所述环境因素的状态参数至少包括以下中的一种:所述激光雷达的电源状态、所述激光雷达的通信状态、环境温度、以及所述激光雷达激光器的运行状态中。

48. 根据权利要求46或47所述的设备,其特征在于,所述处理器还用于:根据所述电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,确定所述电机的运行状态,所述电机的运行状态包括正常、告警和错误。

49. 根据权利要求37所述的设备,其特征在于,所述处理器还用于:

根据所述激光雷达的启动次数,确定所述多个电机的目标转速。

50. 根据权利要求37所述的设备,其特征在于,所述处理器还用于:

控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换。

51. 根据权利要求50所述的设备,其特征在于,所述处理器用于控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换,具体包括:

至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速;或者

至少将一个较高目标转速和一个较低目标转速交替设置为两个电机的目标转速。

52. 根据权利要求51所述的设备,其特征在于,所述激光雷达包括第一电机、第二电机

以及第三电机,所述处理器用于至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速具体包括:

在每次启动所述激光雷达时,将所述第一电机和所述第二电机的目标转速交替设置为最高的目标转速和第二高的目标转速,将所述第三电机的目标转速始终设置为最低的目标转速。

53. 根据权利要求51所述的设备,其特征在于,其中需要交替设置的目标转速为第一目标转速和第二目标转速,所述处理器用于控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换,具体包括:

每次启动所述激光雷达时,进行计数;

下次启动所述激光雷达时,获取计数值;

若所述计数值为奇数,则将第一电机的目标转速设为第一目标转速,将第二电机的目标转速设为第二目标转速;

若所述计数值为偶数,则将第一电机的目标转速设为第二目标转速,将第二电机的目标转速设为第一目标转速;

对所述计数值进行自增。

54. 根据权利要求37所述的设备,其特征在于,所述处理器还用于:

控制每个电机再次启动时的目标转速设定为与上次启动时的目标转速不相同。

电机控制方法、激光雷达和可移动设备

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及激光雷达技术领域,尤其涉及一种电机控制方法、激光雷达和可移动设备。

背景技术

[0002] 激光雷达是通过电机的旋转带动激光原件转动,在三维空间中通过光在物体上的反射与折射来获得物体相对于激光雷达的距离与角度信息的设备。激光雷达通常包括多个电机,由多个电机协同工作以获取三维空间中的准确信息。因此,电机的运行状态将直接决定整个激光雷达最终的成像效果。

[0003] 激光雷达启动时,多个电机同时启动,各个电机在启动时均会产生较大的冲击电流,使得激光雷达总的启动电流异常大,进而导致激光雷达出现异常。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种电机控制方法、激光雷达和可移动设备,用于解决现有激光雷达启动时,启动电流异常大的问题。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供一种电机控制方法,应用于激光雷达,所述激光雷达包括多个电机,包括:

[0006] 确定多个电机的启动时刻,多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同;

[0007] 控制各个电机在各自相应的启动时刻启动。

[0008] 第二方面,本发明实施例提供一种激光雷达的控制方法,应用于包括多个激光雷达的系统,包括:

[0009] 确定对应激光雷达的启动时刻,保证多个激光雷达的启动时刻部分不相同或者全部不相同;

[0010] 控制各个激光雷达在各自相应的启动时刻启动。

[0011] 第三方面,本发明实施例提供一种激光雷达,包括处理器和多个电机;

[0012] 所述处理器用于:

[0013] 确定多个电机的启动时刻,多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同;

[0014] 控制各个电机在各自相应的启动时刻启动。

[0015] 第四方面,本发明实施例提供一种激光雷达系统,包括多个激光雷达,每个激光雷达包括处理器;

[0016] 所述处理器用于:

[0017] 确定所述对应激光雷达的启动时刻,保证所述多个激光雷达的启动时刻部分不相同或者全部不相同;

[0018] 控制各个激光雷达在各自相应的启动时刻启动。

[0019] 第五方面,本发明实施例提供一种可移动设备,包括机身和搭载于机身上的激光雷达;

- [0020] 激光雷达包括处理器和多个电机；
- [0021] 所述处理器用于：
- [0022] 确定多个电机的启动时刻，多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同；
- [0023] 控制各个电机在各自相应的启动时刻启动。
- [0024] 第六方面，本发明实施例提供一种可移动设备，包括机身和搭载于机身上的激光雷达系统；
- [0025] 所述激光雷达系统包括多个激光雷达，每个激光雷达包括处理器；
- [0026] 所述处理器用于：
- [0027] 确定所述对应激光雷达的启动时刻，保证所述多个激光雷达的启动时刻部分不相同或者全部不相同；
- [0028] 控制各个激光雷达在各自相应的启动时刻启动。
- [0029] 本发明实施例提供的电机控制方法、激光雷达和可移动设备，通过确定多个电机的启动时刻，多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同，并控制各个电机在各自相应的启动时刻启动，降低了激光雷达启动时，同时启动的电机的数量，从而降低了总的启动电流，进而避免了因总的启动电流过大而导致激光雷达出现异常，提高了激光雷达的稳定性。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

- [0031] 图1是根据本发明的实施例提供的无人飞行系统的示意性架构图；
- [0032] 图2为本发明提供的电机控制方法一实施例的流程图；
- [0033] 图3为本发明提供的电机控制方法又一实施例的流程图；
- [0034] 图4为本发明提供的电机控制方法另一实施例的流程图；
- [0035] 图5为本发明提供的激光雷达的控制方法一实施例的流程图；
- [0036] 图6为本发明提供的激光雷达一实施例的结构示意图；
- [0037] 图7为本发明提供的激光雷达系统一实施例的结构示意图；
- [0038] 图8为本发明提供的可移动设备一实施例的结构示意图；
- [0039] 图9为本发明提供的可移动设备又一实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0040] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0041] 需要说明的是，当组件被称为“固定于”另一个组件，它可以直接在另一个组件上或者也可以存在居中的组件。当一个组件被认为是“连接”另一个组件，它可以是直接连接

到另一个组件或者可能同时存在居中组件。

[0042] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0043] 下面结合附图,对本发明的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下,下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0044] 本发明的实施例提供了电机控制方法、激光雷达和可移动设备。本发明实施方式的激光雷达可应用于可移动设备,激光雷达可安装在可移动设备的设备本体。具有激光雷达的可移动设备可对外部环境进行测量,例如,测量可移动设备与障碍物的距离用于避障等用途,和对外部环境进行二维或三维的测绘。可移动设备包括无人飞行器、汽车、遥控车、机器人、相机中的至少一种。当激光雷达应用于无人飞行器时,可移动设备为无人飞行器的机身。当激光雷达应用于汽车时,可移动设备为汽车的车身。该汽车可以是自动驾驶汽车或者半自动驾驶汽车,在此不做限制。当激光雷达应用于遥控车时,可移动设备为遥控车的车身。当激光雷达应用于机器人时,可移动设备为机器人。当激光雷达应用于相机时,可移动设备为相机本身。

[0045] 其中无人机例如可以是旋翼飞行器(rotorcraft),例如,由多个推动装置通过空气推动的多旋翼飞行器,本发明的实施例并不限于此。

[0046] 图1是本发明实施例提供的无人飞行系统的示意性架构图。本实施例以旋翼无人机为例进行说明。

[0047] 无人飞行系统100可以包括无人机110、显示设备130和控制终端140。其中,无人机110可以包括动力系统150、飞行控制系统160、机架和承载在机架上的云台120。无人机110可以与控制终端140和显示设备130进行无线通信。

[0048] 机架可以包括机身和脚架(也称为起落架)。机身可以包括中心架以及与中心架连接的一个或多个机臂,一个或多个机臂呈辐射状从中心架延伸出。脚架与机身连接,用于在无人机110着陆时起支撑作用。

[0049] 动力系统150可以包括一个或多个电子调速器(简称为电调)151、一个或多个螺旋桨153以及与一个或多个螺旋桨153相对应的一个或多个电机152,其中电机152连接在电子调速器151与螺旋桨153之间,电机152和螺旋桨153设置在无人机110的机臂上;电子调速器151用于接收飞行控制系统160产生的驱动信号,并根据驱动信号提供驱动电流给电机152,以控制电机152的转速。电机152用于驱动螺旋桨旋转,从而为无人机110的飞行提供动力,该动力使得无人机110能够实现一个或多个自由度的运动。在某些实施例中,无人机110可以围绕一个或多个旋转轴旋转。例如,上述旋转轴可以包括横滚轴(Roll)、偏航轴(Yaw)和俯仰轴(pitch)。应理解,电机152可以是直流电机,也可以交流电机。另外,电机152可以是无刷电机,也可以是有刷电机。

[0050] 飞行控制系统160可以包括飞行控制器161和传感系统162。传感系统162用于测量无人机的姿态信息,即无人机110在空间的位置信息和状态信息,例如,三维位置、三维角度、三维速度、三维加速度和三维角速度等。传感系统162例如可以包括陀螺仪、超声传感器、电子罗盘、惯性测量单元(Inertial Measurement Unit, IMU)、视觉传感器、全球导航卫

星系统和气压计等传感器中的至少一种。例如,全球导航卫星系统可以是全球定位系统(Global Positioning System,GPS)。飞行控制器161用于控制无人机110的飞行,例如,可以根据传感系统162测量的姿态信息控制无人机110的飞行。应理解,飞行控制器161可以按照预先编好的程序指令对无人机110进行控制,也可以通过响应来自控制终端140的一个或多个控制指令对无人机110进行控制。

[0051] 云台120可以包括电机122。飞行控制器161可以通过电机122控制云台120的运动。可选地,作为另一实施例,云台120还可以包括控制器,用于通过控制电机122来控制云台120的运动。应理解,云台120可以独立于无人机110,也可以为无人机110的一部分。应理解,电机122可以是直流电机,也可以是交流电机。另外,电机122可以是无刷电机,也可以是有刷电机。还应理解,云台可以位于无人机的顶部,也可以位于无人机的底部。

[0052] 本实施例中云台120可以用于携带激光雷达或者激光雷达系统123。激光雷达或者激光雷达系统123也可以与飞行控制器161进行通信,在飞行控制器161的控制下进行工作,以获取三维空间的点云数据。可以理解的是,激光雷达或者激光雷达系统123也可直接固定于无人机110上,从而云台120可以省略。

[0053] 显示设备130位于无人飞行系统100的地面端,可以通过无线方式与无人机110进行通信,并且可以用于显示无人机110的姿态信息。应理解,显示设备130可以是独立的设备,也可以集成在控制终端140中。

[0054] 控制终端140位于无人飞行系统100的地面端,可以通过无线方式与无人机110进行通信,用于对无人机110进行远程操纵。

[0055] 另外,无人机110还可以机载有扬声器(图中未示出),该扬声器用于播放音频文件,扬声器可直接固定于无人机110上,也可搭载在云台120上。

[0056] 下面实施例提供的电机控制方法可以应用于激光雷达或者激光雷达系统123中。应理解,上述对于无人飞行系统各组成部分的命名仅是出于标识的目的,并不应理解为对本发明的实施例的限制。

[0057] 图2为本发明提供的电机控制方法一实施例的流程图。本实施例提供的方法可以应用于激光雷达,所述激光雷达可以包括多个电机。如图2所示,本实施例提供的方法可以包括:

[0058] S201、确定多个电机的启动时刻,多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同。

[0059] 本实施例中例如可以根据激光雷达的启动时刻以及预设的电机启动间隔时间,确定多个电机的启动时刻。可选的,预设的电机启动间隔时间可以根据电机启动所需的平均时间确定。举例来说,若激光雷达的启动时刻为 t ,预设的电机启动时间间隔为 Δt ,则第一个电机的启动时刻可以为 t ,第二个电机的启动时刻可以为 $t + \Delta t$,第三个电机的启动时刻可以为 $t + 2 * \Delta t$,……,第 n 个电机的启动时刻可以为 $t + (n - 1) * \Delta t$,其中 n 为激光雷达包括的电机的数量。

[0060] 本实施例中例如可以对多个电机进行排序,将上一电机启动完成的时刻作为当前电机的启动时刻,即依次启动多个电机。电机启动完成的时刻为电机的转速达到该电机的目标转速,且电机中的电流小于预设电流阈值的持续时间达到预设时长的时刻。可选的,可以根据电机的目标转速对多个电机进行排序。

[0061] 可选的,为了降低激光雷达启动时总的启动电流,至少有两个电机的启动时刻是不相同的。

[0062] 可以理解的是,目标转速高的电机启动时产生的冲击电流值以及该冲击电流的持续时间,均大于目标转速低的电机。可选的,为了进一步提高激光雷达的稳定性,可以确定目标转速高的电机启动时刻先于目标转速低的电机,即优先启动目标转速高的电机。

[0063] 可选的,可以根据多个电机的标识信息,确定多个电机的启动时刻。其中,标识信息用于对电机进行唯一性标识。例如,可以根据电机的标识信息,确定电机的启动时刻与激光雷达启动时刻之间的时间间隔,进而确定电机的启动时刻。

[0064] S202、控制各个电机在各自相应的启动时刻启动。

[0065] 本实施例中在确定了各个电机的启动时刻之后,则根据各个电机的启动时刻,控制各个电机在各自相应的启动时刻启动。本实施例中对于电机启动的具体实现方式不做限制。

[0066] 下面将通过具体的示例,对本实施的有益效果进行说明。以激光雷达包括3个电机M1、M2和M3为例,若M1、M2和M3启动时所产生的冲击电流的最大值分别为A1、A2和A3,且 $A1 \geq A2 \geq A3$,则现有技术中激光雷达启动时,总的启动电流值将高达 $A1+A2+A3$,激光雷达容易因总的启动电流过大而出现异常。当采用本实施例所述的方法时,若多个电机的启动时刻全部不相同,则激光雷达启动时的启动电流值将不会超过A1;若多个电机的启动时刻部分不相同,则激光雷达启动时的启动电流值将不会超过 $A1+A2$ 。有效降低了激光雷达启动时总的启动电流。

[0067] 本实施例提供的电机控制方法,通过确定多个电机的启动时刻,多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同,并控制各个电机在各自相应的启动时刻启动,降低了激光雷达启动时,同时启动的电机的数量,从而降低了总的启动电流,进而避免了因总的启动电流过大而导致激光雷达出现异常,提高了激光雷达的稳定性。

[0068] 在上述实施例的基础上,下面将针对上述实施例中S202的实现方式进行详细说明,即对单个电机的启动过程进行详细说明。现有技术中通常是通过直接给电机一个目标转速,让电机一次直接转到指定的目标转速。其中,电机的目标转速为电机正常工作时需要达到的转速值。由于电机自身的状态和/或环境因素的影响,在电机启动过程中,电机电流可能会异常大且持续时间过长,导致电机烧毁,进而导致激光雷达无法正常工作。举例来说,随着电机的使用老化,如电机轴承老化,导致电机启动的阻力增大,或者,因外界环境温度过低,导致轴承中的油脂凝固,导致电机启动的阻力增大,最终都将导致电机的启动电流异常偏高。

[0069] 在上述实施例的基础上,为了降低电机的启动电流,提高电机启动成功的概率,提高激光雷达的稳定性,本实施例提供的方法中,控制各个电机在各自相应的启动时刻启动的一种实现方式可以是:获取电机的目标转速;根据目标转速,确定分级转速,分级转速小于目标转速;控制电机在该电机的启动时刻,以分级转速启动。

[0070] 本实施例中电机的目标转速可以是固定不变的,也可以是根据激光雷达的工作需求而不断变化的,本实施例对此不作限制。本实施例中在获取到电机的目标转速之后,则根据该目标转速,确定一个小于该目标转速的分级转速,控制电机在该电机的启动时刻以分级转速进行启动。需要说明的是,当电机自身状态以及外界环境因素确定时,电机的启动电

流与转速正相关。

[0071] 举例来说,若获取到的电机的目标转速为5000转/秒,若直接以该目标转速启动电机,可能会产生8安培的电流,远远大于该电机正常运行时的电流值0.8安培,且大电流会持续较长时间,如会持续4秒钟,极易损坏电机。采用本实施例提供的方法,例如可以根据目标转速5000转/秒确定分级转速为2000转/秒,然后以2000转/秒的分级转速启动电机,此时可能仅会产生4安培的电流,且仅持续2秒钟。需要说明的是,本实施例中的数值仅做示意。

[0072] 本实施例提供的电机控制方法,在上述实施例的基础上,通过获取电机的目标转速,根据目标转速,确定小于目标转速的分级转速,并控制电机在该电机的启动时刻,以分级转速启动,不仅能够降低电机的启动电流值,而且能够缩短大电流的持续时间,不仅能够避免电机因启动电流过大而烧毁,而且能够提高电机启动成功的概率,进而提高激光雷达的稳定性。

[0073] 在一些实施例中,根据目标转速,确定分级转速的一种实现方式可以是:

[0074] 根据目标转速以及转速与电流的对应关系,确定分级转速;

[0075] 或者,根据目标转速以及环境温度,确定分级转速;

[0076] 或者,根据目标转速、环境温度以及转速与电流的对应关系,确定分级转速。

[0077] 例如,当环境温度降低时,电机中油脂的粘稠度增大,电机启动的阻力会增大,因此当环境温度降低时,可以降低分级转速;当环境温度升高时,可以适当提高分级转速。

[0078] 可选的,在以分级转速启动电机之后,本实施例提供的方法还可以包括:若电机的转速达到分级转速,且电机中的电流小于预设电流阈值,则增大电机的转速,直至电机的转速达到目标转速。

[0079] 通过以小于目标转速的分级转速启动电机,降低了电机的启动电流和大电流的持续时间之后,为了使电机尽快进入正常工作状态,本实施例中在电机的转速达到分级转速,且电机中的电流小于预设电流阈值,则可以逐渐增大电机的转速,直至电机的转速达到目标转速,以使电机进入正常工作状态。其中,电机的转速可以通过检测码盘的速度确定。

[0080] 以目标转速为5000转/秒为例,可以将目标转速均匀划分为若干个转速等级,如1000转/秒、2000转/秒、3000转/秒、4000转/秒和5000转/秒,可以先以1000转/秒的分级转速启动,待转速达到1000转/秒,且电机中的电流小于预设电流阈值时,可以将转速增大至2000转/秒,以此类推,逐渐将转速增大至5000转/秒,以使电机进入正常工作状态;也可以将目标转速划分为若干个阶梯转速等级,如1000转/秒、2000转/秒和5000转/秒。

[0081] 可选的,为了避免因电流波动产生电流小于预设电流阈值的情况,而产生误判,本实施例中,当电机中的电流小于预设电流阈值,且持续预设时长时候,增大电机的转速。例如,当电机中的电流小于1安培,且持续1秒钟之后,才增大电机的转速,避免因电流波动而产生误判,提高了电机启动的稳定性。

[0082] 可选的,为了提高电机启动的速度,本实施例中预设电流阈值大于或等于电机平稳运行时的电流。举例来说,若电机平稳运行时的电流值为0.8安培,则预设电流阈值可以设置为1安培。也就是说,无需电流回落到电机平稳运行时的电流即可增大电机的转速,可保证更快到达目标转速。即提高了电机启动的速度。

[0083] 图3为本发明提供的电机控制方法又一实施例的流程图。如图3所示,在图2所示实施例的基础上,本实施例提供的方法可以包括:

[0084] S301、获取电机的目标转速。

[0085] S302、根据目标转速,确定分级转速,分级转速小于目标转速。

[0086] S303、控制电机在该电机的启动时刻,以分级转速启动。

[0087] S304、判断电机中的电流是否小于第一预设电流阈值,且持续时长是否大于第一预设时长。若是,则执行S305;若否,则执行S307。

[0088] 所述第一预设电流阈值大于或等于电机平稳运行时的电流。

[0089] S305、增大电机的转速。

[0090] 本实施例中例如可以根据预先确定的转速分级策略,也可以根据电机的运行状态以及环境因素确定转速分级策略,据此增大电机的转速。本实施例对于增大电机转速的具体方式不做限制。

[0091] S306、判断电机的转速是否达到目标转速。若是,则结束,即电机启动成功;若否,则继续执行S304。

[0092] S307、判断电机中的电流是否大于第二预设电流阈值,且持续时长是否大于第二预设时长。若是,则执行S308。

[0093] S308、电机停转。结束。

[0094] 需要说明的是,本实施例中的第二预设电流阈值大于第一预设电流阈值,第二预设时长大于第一预设时长。为了提高电机启动的速度,第一预设电流阈值通常会设置的略大于电机平稳运行时的电流;而为了避免过保护,用于判断是否进行电机停转的第二预设电流阈值通常会设置的远大于电机平稳运行时的电流。若电机平稳运行时的电流为0.8安培,第一预设电流阈值可以为1安培,第二预设电流阈值可以为8安培。第一预设时长可以设置为1秒,而第二预设时长可以设置为8秒。

[0095] 本实施例提供的电机控制方法,通过采用转速分级与电流反馈相结合的方式控制电机启动,降低了电机的启动电流,缩短了启动电流的持续时间,提高了电机启动的稳定性和速度。

[0096] 激光雷达经常会应用在运动的物体上,例如将激光雷达安装在无人车或者无人机上,用于获取三维空间的点云数据,进行三维重建、导航等,此时激光雷达会随着物体的运动而产生平移和/或旋转运动,导致电机转速出现波动,这些波动会使激光雷达的点云空隙时大时小,产生呼吸效应。

[0097] 在上述任一实施例的基础上,为了减小呼吸效应,提高点云的稳定性,提高激光雷达的抗干扰能力,本实施例提供的方法还可以包括:确定预设时间段内各个电机的转速波动;根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,主电机为转速波动最小的电机,从电机为除主电机之外的其他电机。

[0098] 本实施例中的预设时间段例如可以是当前时刻之前10分钟内,也可以是从电机启动时刻开始直至当前时刻的全部时间段,可以根据实际需要进行设置。电机的转速波动描述了预设时间段内电机转速的变化情况,例如可以采用预设时间段内电机的转速方差度量电机的转速波动。

[0099] 转速波动小的电机运行较为稳定,因此本实施例中将转速波动最小的电机作为主电机,并根据主电机的转速对其他电机的转速进行控制,可以减小呼吸效应,提高点云的稳定性,提高激光雷达的抗干扰能力。

[0100] 在一些实施例中,根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制的一种实现方式可以是:根据主电机的转速以及预设关系式,对从电机的转速进行控制,预设关系式为主电机的转速与从电机的转速之间的关系。

[0101] 为了获得不同的成像效果,激光雷达中的电机转速之间可以满足不同的关系。本实施例中在确定了转速波动最小的主电机,以及主电机的转速与从电机的转速之间的关系之后,便可以根据当前时刻主电机的转速,确定当前时刻从电机需要达到的转速,以此对从电机的转速进行控制,使得主电机的转速与从电机的转速重新满足预设关系式,提高了成像效果与稳定性。

[0102] 可选的,当主电机的转速与从电机的转速呈线性关系时,可以使得点云空隙大小相同,提高了电晕的稳定性。

[0103] 下面通过一个具体的示例对本实施例提供的电机控制方法进行详细说明。以包括两个电机的机械旋转式激光雷达(双棱镜版本)为例,实际应用中两个电机的转速均存在波动,会导致输出的点云空隙产生变化,进而产生呼吸效应。

[0104] 例如可以将2个电机分别标注为M1和M2,M1和M2的目标转速分别为V1和V2。其中,V1和V2满足如下关系式:

[0105] $V2 = -2/3 \times (V1 - 1) + 198$ 。

[0106] 本实施例中,激光雷达启动时,M1和M2进行异步启动,即可以先让M1转到目标转速V1,再让M2开始启动,转到目标转速V2。其中,M1和M2各自启动过程中还可以采用分级启动的方式,具体可以参考上述实施例,此处不再赘述。由于激光雷达工作的环境不是一个稳态的环境,可能会出现震动、旋转等,将导致2个电机的转速出现波动。

[0107] 分别确定M1和M2在预设时间段内的转速波动,将转速波动小的电机作为主电机,转速波动大的电机作为从电机。然后根据主电机的转速,计算出满足上述转速关系式的从电机的转速。重新设置从电机的转速,使M1和M2的转速在激光雷达的运行过程中始终满足上述转速关系式。

[0108] 需要说明的是,满足不同关系式的电机转速组合扫描出来的点云的最大空隙也不相同。当M1和M2的转速满足上述线性关系式时,可以使得点云空隙大小相同,且点云的最大空隙保持在较小范围内。

[0109] 根据波动小的电机转速确定另一电机的转速,可以减小点云空隙大小的波动,较小呼吸效应,提高点云的稳定性,增加激光雷达在实际工作中的稳定性。

[0110] 在上述任一实施例的基础上,为了进一步加强对电机的保护,提高激光雷达的稳定性,本实施例提供的方法还可以包括:获取电机自身的状态参数以及环境因素的状态参数;根据电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,执行相应的保护措施。

[0111] 电机工作在一定的环境中,环境因素会影响电机的运行状态。举例来说,若电机工作的温度范围为 $[-20^{\circ}\text{C}, 60^{\circ}\text{C}]$,则电机在高温如 100°C ,或者低温如 -40°C 的环境下,可能无法正常工作。因此,若仅根据电机自身的工况对电机进行保护,无法取得理想效果,即无法有效对电机进行保护。

[0112] 可选的,本实施例中的保护措施可以包括降低转速、停止转动、进行告警等。

[0113] 本实施例提供的电机控制方法,通过综合电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,并执行相应的保护措施,加强了对电机的保护,可以有效避免电机的异常损坏,进而

提高了激光雷达的稳定性。

[0114] 可选的,电机自身的状态参数至少包括以下中的一种:电机的电流、电机的转速、电机的硬件状态、控制电机的电调与对应的主控之间的通信状况、电机的输入电压状况、电阻及线圈状况;环境因素的状态参数至少包括以下中的一种:激光雷达的电源状态、激光雷达的通信状态、环境温度、以及激光雷达激光器的运行状态中。

[0115] 可选的,可以根据状态参数对电机运行的影响程度,为不同的状态参数设置不同的权重。

[0116] 在一些实施例中,还可以包括:根据电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,确定电机的运行状态,电机的运行状态包括正常、告警和错误。

[0117] 激光雷达包括多个电机,而多个电机的目标转速通常不同,因此便会导致激光雷达中各个电机的磨损程度不同。可以理解的是,目标转速较大的电机轴承通常磨损较为严重,进而会导致激光雷达使用寿命的缩短。在上述任一实施例的基础上,为了均衡电机的磨损,提高电机的寿命,进而提高激光雷达的使用寿命,本实施例提供的电机控制方法还可以包括:控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换。通过对目标转速进行交换,均衡了电机的磨损,可以提高电机寿命。

[0118] 轴承在电机中扮演着重要的角色。通常为了电机轴承能更好的工作,会在轴承中注入不同量的油脂。油脂会在轴承中形成不同的覆盖面的油膜,不同的油膜分布会对电机的旋转运动产生不同的阻力。若电机在一个方向持续工作,随着使用时间的推移,电机轴承中的油膜分布会发生比较大的改变,电机工作的阻力将逐渐变大,导致电机寿命降低。可选的,可以控制电机在每次启动时改变转动方向,以减小油膜分布的变化,减小油膜分布对电机的阻力,提高电机寿命。

[0119] 在一些实施例中,控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换的一种实现方式可以是:

[0120] 至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速;或者

[0121] 至少将一个较高目标转速和一个较低目标转速交替设置为两个电机的目标转速。

[0122] 可选的,若激光雷达包括第一电机、第二电机以及第三电机,至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速具体可以包括:

[0123] 在每次启动激光雷达时,将第一电机和第二电机的目标转速交替设置为最高的目标转速和第二高的目标转速,将第三电机的目标转速始终设置为最低的目标转速。

[0124] 在一些实施例中,若需要交替设置的目标转速为第一目标转速和第二目标转速,则控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换的一种实现方式可以是:

[0125] 每次启动激光雷达时,进行计数;

[0126] 下次启动激光雷达时,获取计数值;

[0127] 若计数值为奇数,则将第一电机的目标转速设为第一目标转速,将第二电机的目标转速设为第二目标转速;

[0128] 若计数值为偶数,则将第一电机的目标转速设为第二目标转速,将第二电机的目标转速设为第一目标转速;

[0129] 对计数值进行自增。

[0130] 本实施例中的计数值可以为激光雷达的启动次数。初次上电时,将计数值置为1,

以后每次上电后将计数值加1。

[0131] 可选的,可以控制每个电机再次启动时的目标转速设定为与上次启动时的目标转速不相同。

[0132] 可选的,可以根据激光雷达的启动次数,确定多个电机的目标转速。

[0133] 可选的,还可以根据激光雷达的运行时间,对目标转速进行交换。例如,若激光雷达的运行时间大于等于预设时长,如74小时,则可以对目标转速进行交换,以均衡电机的磨损,均衡油脂的分布,提升电机寿命。

[0134] 图4为本发明提供的电机控制方法另一实施例的流程图。本实施例以对两个电机(第一电机和第二电机)的目标转速进行交换为例进行说明。如图4所示,本实施例提供的电机控制方法,在上述任一实施例的基础上,还可以包括:

[0135] S401、激光雷达启动时,获取计数值。

[0136] 本实施例中的技术值可以为激光雷达的启动次数,激光雷达每启动一次,计数值加1。

[0137] S402、判断计数值是否为奇数。若是,则执行S403;若否,则执行S404。

[0138] S403、将第一电机的目标转速设为第一目标转速,将第二电机的目标转速设为第二目标转速。

[0139] S404、将第一电机的目标转速设为第二目标转速,将第二电机的目标转速设为第一目标转速。

[0140] S405、启动第一电机和第二电机。

[0141] 本实施例提供的电机控制方法,通过根据计数值,对第一电机和第二电机的目标转速进行交换,可以均衡第一电机和第二电机轴承的磨损,可以提升第一电机和第二电机的寿命。

[0142] 为了获得全方位多角度的数据,在实际应用过程中,通常会使用多个激光雷达。例如,在无人车四周安装多个激光雷达,形成激光雷达系统,以实现全面避障,提高无人车的安全性;在无人机上安装多个激光雷达,以获取更大视场内的更多数据,提高三维建模的精度等。若激光雷达系统中的多个激光雷达同时启动,可能出现总的启动电流比较大,导致用户系统的电器负载在激光雷达系统启动瞬间比较大的问题,增加用户系统的复杂度。

[0143] 本发明实施例还提供一种激光雷达的控制方法,应用于包括多个激光雷达的系统。图5为本发明提供的激光雷达的控制方法一实施例的流程图。如图5所示,本实施例提供的方法可以包括:

[0144] S501、确定对应激光雷达的启动时刻,保证多个激光雷达的启动时刻部分不相同或者全部不相同。

[0145] 可选的,本实施例中例如可以对多个激光雷达进行排序,将上一激光雷达启动完成的时刻作为当前激光雷达的启动时刻,即依次启动多个激光雷达。通过控制各个端口的启动时序来严格的控制每一个激光雷达的启动顺序。一次仅启动一个端口的电源,当激光雷达启动正常以后,再开启下一个端口的电源,以此类推。

[0146] 可选的,本实施例中例如可以根据激光雷达系统的启动时刻以及预设的激光雷达启动间隔时间,确定多个激光雷达的启动时刻。可选的,预设的激光雷达启动间隔时间可以根据激光雷达启动所需的平均时间确定。举例来说,若激光雷达系统的启动时刻为T,预设

的激光雷达启动时间间隔为 ΔT ，则第一个激光雷达的启动时刻可以为 T ，第二个激光雷达的启动时刻可以为 $T + \Delta T$ ，第三个激光雷达的启动时刻可以为 $T + 2 * \Delta T$ ，……，第 N 个激光雷达的启动时刻可以为 $T + (N - 1) * \Delta T$ ，其中 N 为激光雷达系统所包括的激光雷达的数量。

[0147] 可选的，为了降低激光雷达系统启动时总的启动电流，至少有两个激光雷达的启动时刻是不相同的。

[0148] 可选的，可以根据对应激光雷达的标识信息，确定对应激光雷达的启动时刻。

[0149] S502、控制各个激光雷达在各自相应的启动时刻启动。

[0150] 本实施例中在确定了多个激光雷达的启动时刻之后，则控制各个激光雷达在各自相应的启动时刻启动。

[0151] 本实施例提供的激光雷达的控制方法，通过确定多个激光雷达的启动时刻，多个激光雷达的启动时刻部分不相同或者全部不相同，并控制各个激光雷达在各自相应的启动时刻启动，降低了激光雷达系统启动时，同时启动的激光雷达的数量，从而降低了激光雷达系统总的启动电流，进而避免了因总的启动电流过大而导致激光雷达系统出现异常，提高了激光雷达系统的稳定性。进一步的，对于搭载了多个激光雷达的用户系统来说，采用本实施例提供的激光雷达的控制方法，可以降低用户系统的复杂度。

[0152] 在一些实施例中，根据对应激光雷达的标识信息，确定对应激光雷达的启动时刻的一种实现方式可以是：

[0153] 根据每个激光雷达的标识信息，计算出每个激光雷达的启动时刻与系统启动时刻的时间间隔，并根据该时间间隔和系统启动时刻获得每个激光雷达的启动时刻。

[0154] 可选的，为了提高激光雷达系统的启动速度，本实施例中的时间间隔小于或等于预设时间间隔，该预设时间间隔可以根据激光雷达系统所包括的激光雷达的数量确定。例如，时间间隔可以小于或等于4秒，也就是说，在激光雷达系统开始启动4秒中之内，所有的激光雷达都启动了。

[0155] 可选的，根据对应激光雷达的标识信息，计算出对应激光雷达的启动时刻与系统启动时刻的时间间隔，并根据该时间间隔和系统启动时刻获得对应激光雷达的启动时刻，具体可以包括：

[0156] 根据如下公式获得每个激光雷达的启动时刻：

[0157] $T1 = T0 + ((ID + K1) \% K2) * K3$ ；

[0158] 其中， $T0$ 表示系统启动时刻， $T1$ 表示激光雷达的启动时刻， ID 表示激光雷达的标识信息， $\%$ 表示取余运算， $K1$ 、 $K2$ 和 $K3$ 为常数， $K1 = 10$ ， $K2 = 10$ ， $K3 = 400$ 。本实施例中激光雷达的标识信息可以采用激光雷达的唯一性标识符，例如可以是激光雷达芯片的序列号、激光雷达的产品代码等。需要说明的是，本实施例中常数 $K1$ 、 $K2$ 和 $K3$ 的取值并不唯一，例如可以综合考虑激光雷达系统的启动速度以及激光雷达系统的稳定性，进行设置。

[0159] 本实施例中根据激光雷达的唯一性标识信息，确定该激光雷达的启动时刻与系统启动时刻之间的时间间隔，通过这个时间间隔实现了同一激光雷达系统中不同激光雷达的异步启动，避免出现多个激光雷达的峰值电流叠加的情况，降低了激光雷达系统总的启动电流，解决了激光雷达系统启动瞬间电流峰值较大的问题。

[0160] 可以理解的是，激光雷达系统中每个激光雷达可以包括至少一个电机，本实施例提供的方法还可以包括：控制每个电机在相邻启动的激光雷达的启动时间间隔内完成启

动。

[0161] 本发明实施例还提供一种激光雷达。图6为本发明提供的激光雷达一实施例的结构示意图。如图6所示,本实施例提供的激光雷达600可以包括:处理器601和多个电机602。处理器601与多个电机602通过总线通信连接。本实施例中的多个电机602可以包括电机1、电机2、电机3、……、电机n,等n个电机,n为大于等于2的整数。上述处理器602可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0162] 处理器601用于:

[0163] 确定多个电机的启动时刻,多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同;

[0164] 控制各个电机在各自相应的启动时刻启动。

[0165] 可选的,处理器601用于确定多个电机的启动时刻,具体包括:

[0166] 根据多个电机的标识信息,确定多个电机的启动时刻。

[0167] 可选的,处理器601用于控制各个电机在各自相应的启动时刻启动,具体包括:

[0168] 获取电机的目标转速;

[0169] 根据目标转速,确定分级转速,分级转速小于目标转速;

[0170] 控制电机在该电机的启动时刻,以分级转速启动。

[0171] 可选的,处理器601用于根据目标转速,确定分级转速,具体包括:

[0172] 根据目标转速以及转速与电流的对应关系,确定分级转速;

[0173] 或者,根据目标转速以及环境温度,确定分级转速;

[0174] 或者,根据目标转速、环境温度以及转速与电流的对应关系,确定分级转速。

[0175] 可选的,处理器601还用于:

[0176] 若电机的转速达到分级转速,且电机中的电流小于预设电流阈值,则增大电机的转速,直至电机的转速达到目标转速。

[0177] 可选的,处理器601还用于:

[0178] 当电机中的电流小于预设电流阈值,且持续预设时长时候,增大电机的转速。

[0179] 可选的,预设电流阈值大于或等于电机平稳运行时的电流。

[0180] 可选的,处理器601还用于:

[0181] 确定预设时间段内各个电机的转速波动;

[0182] 根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,主电机为转速波动最小的电机,从电机为除主电机之外的其他电机。

[0183] 可选的,处理器601用于根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,具体包括:

[0184] 根据主电机的转速以及预设关系式,对从电机的转速进行控制,预设关系式为主电机的转速与从电机的转速之间的关系。

[0185] 可选的,主电机的转速与从电机的转速呈线性关系。

[0186] 可选的,处理器601还用于:

[0187] 获取电机自身的状态参数以及环境因素的状态参数;

- [0188] 根据电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,执行相应的保护措施。
- [0189] 可选的,电机自身的状态参数至少包括以下中的一种:电机的电流、电机的转速、电机的硬件状态、控制电机的电调与对应的主控之间的通信状况、电机的输入电压状况、电阻及线圈状况;
- [0190] 环境因素的状态参数至少包括以下中的一种:激光雷达的电源状态、激光雷达的通信状态、环境温度、以及激光雷达激光器的运行状态中。
- [0191] 可选的,处理器601还用于:根据电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,确定电机的运行状态,电机的运行状态包括正常、告警和错误。
- [0192] 可选的,处理器601还用于:
- [0193] 根据激光雷达的启动次数,确定多个电机的目标转速。
- [0194] 可选的,处理器601还用于:
- [0195] 控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换。
- [0196] 可选的,处理器601用于控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换,具体包括:
- [0197] 至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速;或者
- [0198] 至少将一个较高目标转速和一个较低目标转速交替设置为两个电机的目标转速。
- [0199] 可选的,激光雷达包括第一电机、第二电机以及第三电机,处理器601用于至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速具体包括:
- [0200] 在每次启动激光雷达时,将第一电机和第二电机的目标转速交替设置为最高的目标转速和第二高的目标转速,将第三电机的目标转速始终设置为最低的目标转速。
- [0201] 可选的,其中需要交替设置的目标转速为第一目标转速和第二目标转速,处理器601用于控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换,具体包括:
- [0202] 每次启动激光雷达时,进行计数;
- [0203] 下次启动激光雷达时,获取计数值;
- [0204] 若计数值为奇数,则将第一电机的目标转速设为第一目标转速,将第二电机的目标转速设为第二目标转速;
- [0205] 若计数值为偶数,则将第一电机的目标转速设为第二目标转速,将第二电机的目标转速设为第一目标转速;
- [0206] 对计数值进行自增。
- [0207] 可选的,处理器601还用于:
- [0208] 控制每个电机再次启动时的目标转速设定为与上次启动时的目标转速不相同。
- [0209] 本发明实施例还提供一种激光雷达系统。图7为本发明提供的激光雷达系统一实施例的结构示意图。如图7所示,本实施例提供的激光雷达系统700包括多个激光雷达702,每个激光雷达702包括处理器701。上述处理器702可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

- [0210] 处理器701用于：
- [0211] 确定对应激光雷达的启动时刻，保证多个激光雷达的启动时刻部分不相同或者全部不相同；
- [0212] 控制各个激光雷达在各自相应的启动时刻启动。
- [0213] 具体地，所述对应激光雷达即为所述处理器701所在的激光雷达。
- [0214] 可选的，处理器701用于确定对应激光雷达的启动时刻，具体包括：
- [0215] 根据对应激光雷达的标识信息，确定对应激光雷达的启动时刻。
- [0216] 可选的，处理器701用于根据对应激光雷达的标识信息，确定对应激光雷达的启动时刻，具体包括：
- [0217] 根据对应激光雷达的标识信息，计算出对应激光雷达的启动时刻与系统启动时刻的时间间隔，并根据该时间间隔和系统启动时刻获得对应激光雷达的启动时刻。
- [0218] 可选的，时间间隔小于或等于4秒。
- [0219] 可选的，处理器701用于根据对应激光雷达的标识信息，计算出对应激光雷达的启动时刻与系统启动时刻的时间间隔，并根据该时间间隔和系统启动时刻获得对应激光雷达的启动时刻，具体包括：
- [0220] 根据如下公式获得每个激光雷达的启动时刻：
- [0221] $T1 = T0 + ((ID + K1) \% K2) * K3$ ；
- [0222] 其中，T0表示系统启动时刻，T1表示激光雷达的启动时刻，ID表示激光雷达的标识信息，%表示取余运算，K1、K2和K3为常数，K1=10，K2=10，K3=400。
- [0223] 可选的，处理器701还用于：每个激光雷达包括至少一个电机，控制每个电机在相邻启动的激光雷达的启动时间间隔内完成启动。
- [0224] 本发明实施例还提供一种可移动设备。图8为本发明提供的可移动设备一实施例的结构示意图。如图8所示，本实施例提供的可移动设备800可以包括：机身801和搭载于机身801上的激光雷达802。其中，激光雷达802可以包括处理器8021和多个电机8022。
- [0225] 处理器8021用于：
- [0226] 确定多个电机的启动时刻，多个电机的启动时刻部分不相同或者全部不相同；
- [0227] 控制各个电机在各自相应的启动时刻启动。
- [0228] 可选的，可移动设备可以为无人车，或者，无人机，或者无人船等。
- [0229] 可选的，处理器8021用于确定多个电机的启动时刻，具体包括：
- [0230] 根据多个电机的标识信息，确定多个电机的启动时刻。
- [0231] 可选的，处理器8021用于控制各个电机在各自相应的启动时刻启动，具体包括：
- [0232] 获取电机的目标转速；
- [0233] 根据目标转速，确定分级转速，分级转速小于目标转速；
- [0234] 控制电机在该电机的启动时刻，以分级转速启动。
- [0235] 可选的，处理器8021用于根据目标转速，确定分级转速，具体包括：
- [0236] 根据目标转速以及转速与电流的对应关系，确定分级转速；
- [0237] 或者，根据目标转速以及环境温度，确定分级转速；
- [0238] 或者，根据目标转速、环境温度以及转速与电流的对应关系，确定分级转速。
- [0239] 可选的，处理器8021还用于：

- [0240] 若电机的转速达到分级转速,且电机中的电流小于预设电流阈值,则增大电机的转速,直至电机的转速达到目标转速。
- [0241] 可选的,处理器8021还用于:
- [0242] 当电机中的电流小于预设电流阈值,且持续预设时长时候,增大电机的转速。
- [0243] 可选的,预设电流阈值大于或等于电机平稳运行时的电流。
- [0244] 可选的,处理器8021还用于:
- [0245] 确定预设时间段内各个电机的转速波动;
- [0246] 根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,主电机为转速波动最小的电机,从电机为除主电机之外的其他电机。
- [0247] 可选的,处理器8021用于根据主电机的转速,对从电机的转速进行控制,具体包括:
- [0248] 根据主电机的转速以及预设关系式,对从电机的转速进行控制,预设关系式为主电机的转速与从电机的转速之间的关系。
- [0249] 可选的,主电机的转速与从电机的转速呈线性关系。
- [0250] 可选的,处理器8021还用于:
- [0251] 获取电机自身的状态参数以及环境因素的状态参数;
- [0252] 根据电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,执行相应的保护措施。
- [0253] 可选的,电机自身的状态参数至少包括以下中的一种:电机的电流、电机的转速、电机的硬件状态、控制电机的电调与对应的主控之间的通信状况、电机的输入电压状况、电阻及线圈状况;
- [0254] 环境因素的状态参数至少包括以下中的一种:激光雷达的电源状态、激光雷达的通信状态、环境温度、以及激光雷达激光器的运行状态中。
- [0255] 可选的,处理器8021还用于:根据电机自身的状态参数和环境因素的状态参数,确定电机的运行状态,电机的运行状态包括正常、告警和错误。
- [0256] 可选的,处理器8021还用于:
- [0257] 根据激光雷达的启动次数,确定多个电机的目标转速。
- [0258] 可选的,处理器8021还用于:
- [0259] 控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换。
- [0260] 可选的,处理器8021用于控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换,具体包括:
- [0261] 至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速;或者
- [0262] 至少将一个较高目标转速和一个较低目标转速交替设置为两个电机的目标转速。
- [0263] 可选的,激光雷达包括第一电机、第二电机以及第三电机,处理器8021用于至少将两个较高目标转速交替设置为两个电机的目标转速具体包括:
- [0264] 在每次启动激光雷达时,将第一电机和第二电机的目标转速交替设置为最高的目标转速和第二高的目标转速,将第三电机的目标转速始终设置为最低的目标转速。
- [0265] 可选的,其中需要交替设置的目标转速为第一目标转速和第二目标转速,处理器8021用于控制至少两个电机每次开启时的目标转速进行交换,具体包括:
- [0266] 每次启动激光雷达时,进行计数;

- [0267] 下次启动激光雷达时,获取计数值;
- [0268] 若计数值为奇数,则将第一电机的目标转速设为第一目标转速,将第二电机的目标转速设为第二目标转速;
- [0269] 若计数值为偶数,则将第一电机的目标转速设为第二目标转速,将第二电机的目标转速设为第一目标转速;
- [0270] 对计数值进行自增。
- [0271] 可选的,处理器8021还用于:
- [0272] 控制每个电机再次启动时的目标转速设定为与上次启动时的目标转速不相同。
- [0273] 本发明实施例还提供一种可移动设备。图9为本发明提供的可移动设备又一实施例的结构示意图。如图9所示,本实施例提供的可移动设备900可以包括:机身901和搭载于机身901上的激光雷达系统902。其中,激光雷达系统902包括多个激光雷达9022,每个激光雷达9022包括处理器9021。
- [0274] 处理器9021用于:
- [0275] 确定对应激光雷达的启动时刻,保证多个激光雷达的启动时刻部分不相同或者全部不相同;
- [0276] 控制各个激光雷达在各自相应的启动时刻启动。
- [0277] 具体地,所述对应激光雷达即为所述处理器701所在的激光雷达。
- [0278] 可选的,处理器9021用于确定多个激光雷达的启动时刻,具体包括:
- [0279] 根据对应激光雷达的标识信息,确定对应激光雷达的启动时刻。
- [0280] 可选的,处理器9021用于根据对应激光雷达的标识信息,确定对应激光雷达的启动时刻,具体包括:
- [0281] 根据对应激光雷达的标识信息,计算出对应激光雷达的启动时刻与系统启动时刻的时间间隔,并根据该时间间隔和系统启动时刻获得对应激光雷达的启动时刻。
- [0282] 可选的,时间间隔小于或等于4秒。
- [0283] 可选的,处理器9021用于根据对应激光雷达的标识信息,计算出对应激光雷达的启动时刻与系统启动时刻的时间间隔,并根据该时间间隔和系统启动时刻获得对应激光雷达的启动时刻,具体包括:
- [0284] 根据如下公式获得每个激光雷达的启动时刻:
- [0285] $T1 = T0 + ((ID + K1) \% K2) * K3$;
- [0286] 其中,T0表示系统启动时刻,T1表示激光雷达的启动时刻,ID表示激光雷达的标识信息,%表示取余运算,K1、K2和K3为常数,K1=10,K2=10,K3=400。
- [0287] 可选的,处理器9021还用于:每个激光雷达包括至少一个电机,控制每个电机在相邻启动的激光雷达的启动时间间隔内完成启动。
- [0288] 本发明实施例还提供一种电机控制装置(例如芯片、集成电路等),包括:存储器和处理器。所述存储器,用于存储执行电机控制方法的代码。所述处理器,用于调用所述存储器中存储的所述代码,执行如上述任一方法实施例所述的电机控制方法。本发明实施例提供的电机控制装置可以应用于激光雷达中。
- [0289] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序

在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:只读内存(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0290] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

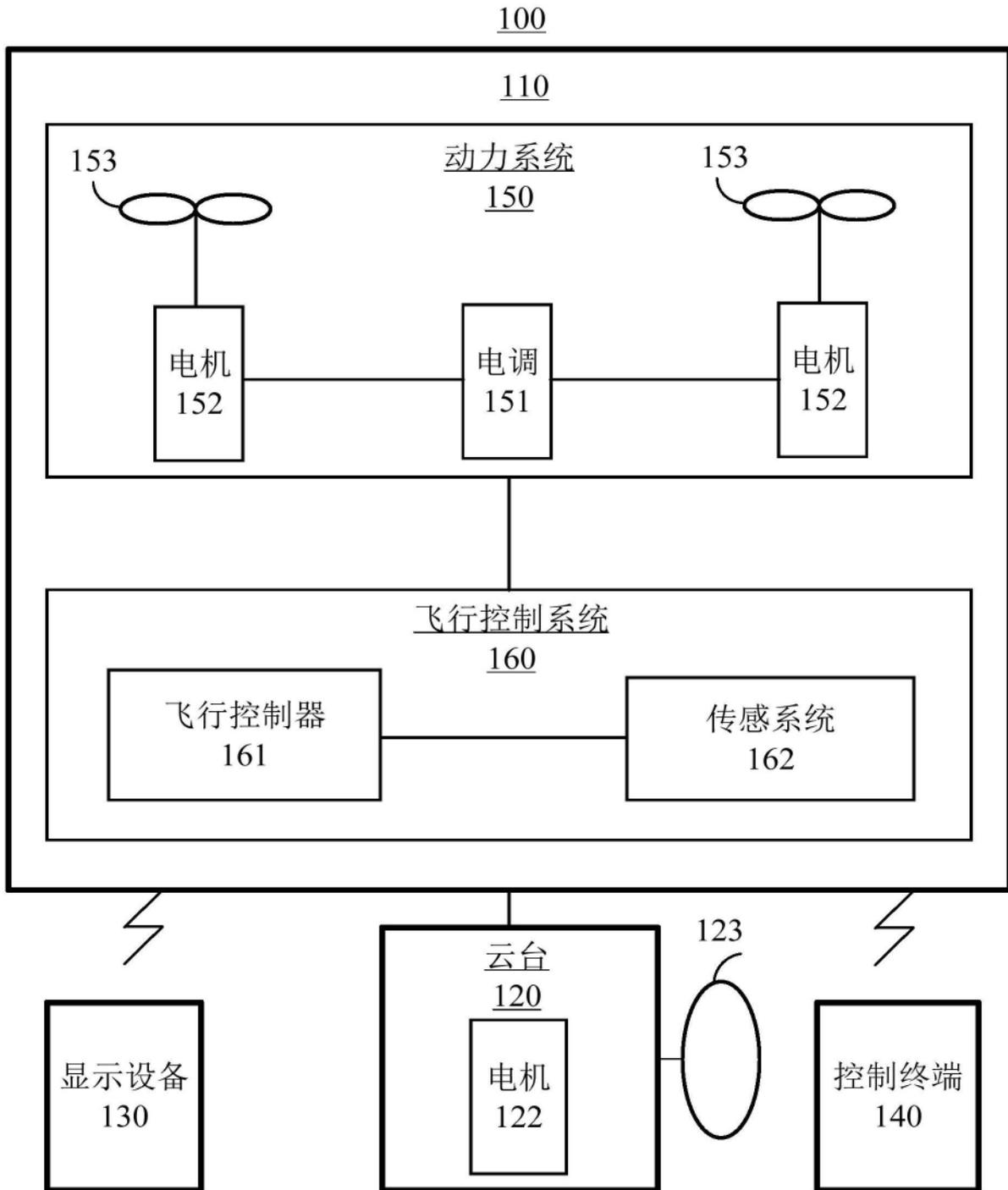


图1



图2

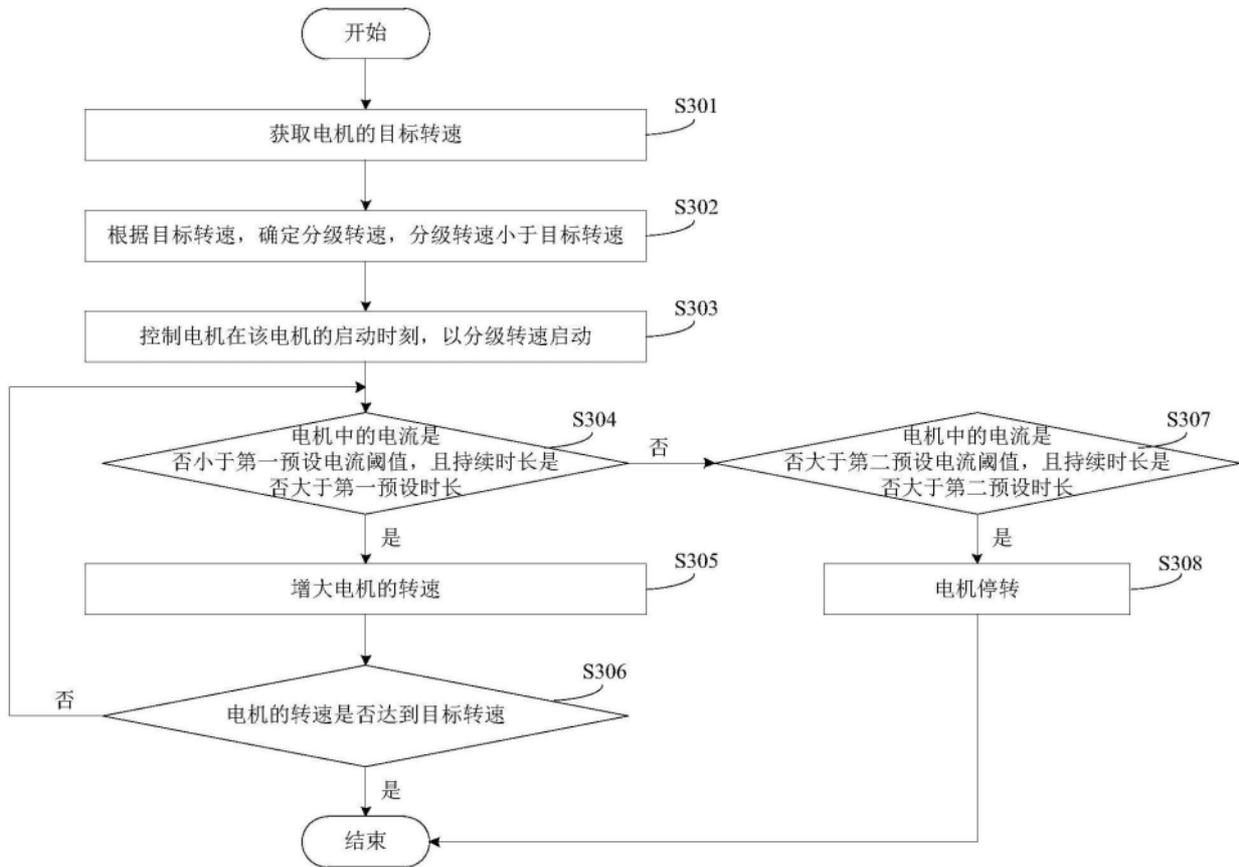


图3

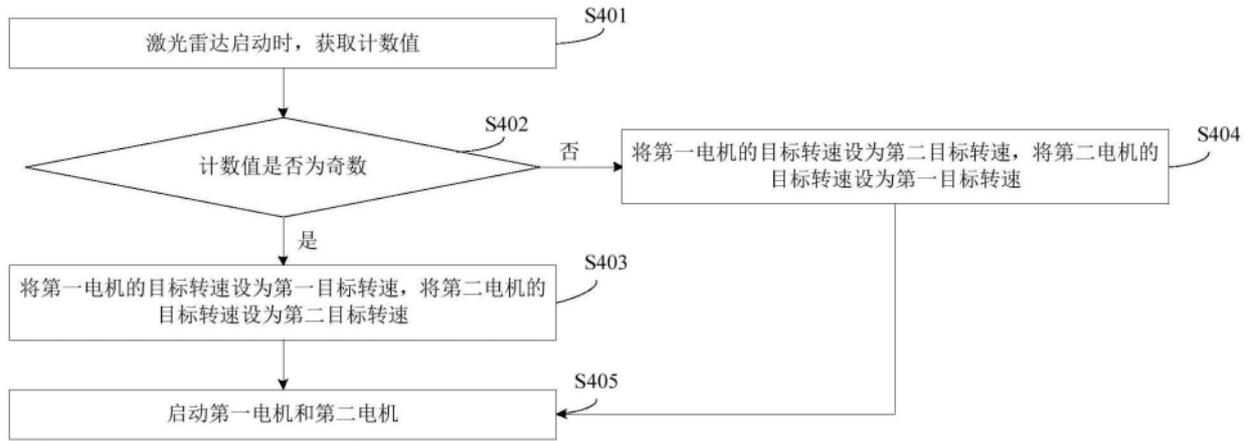


图4

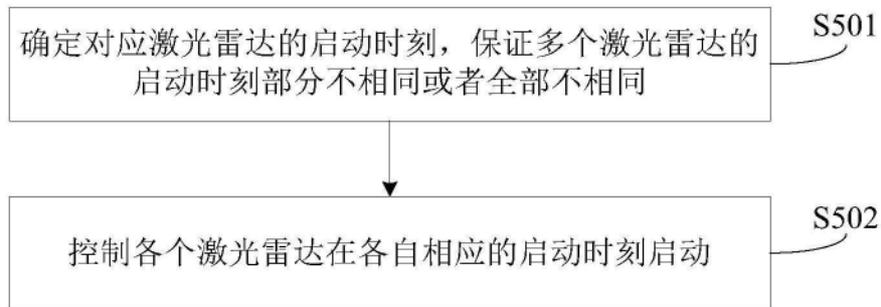


图5

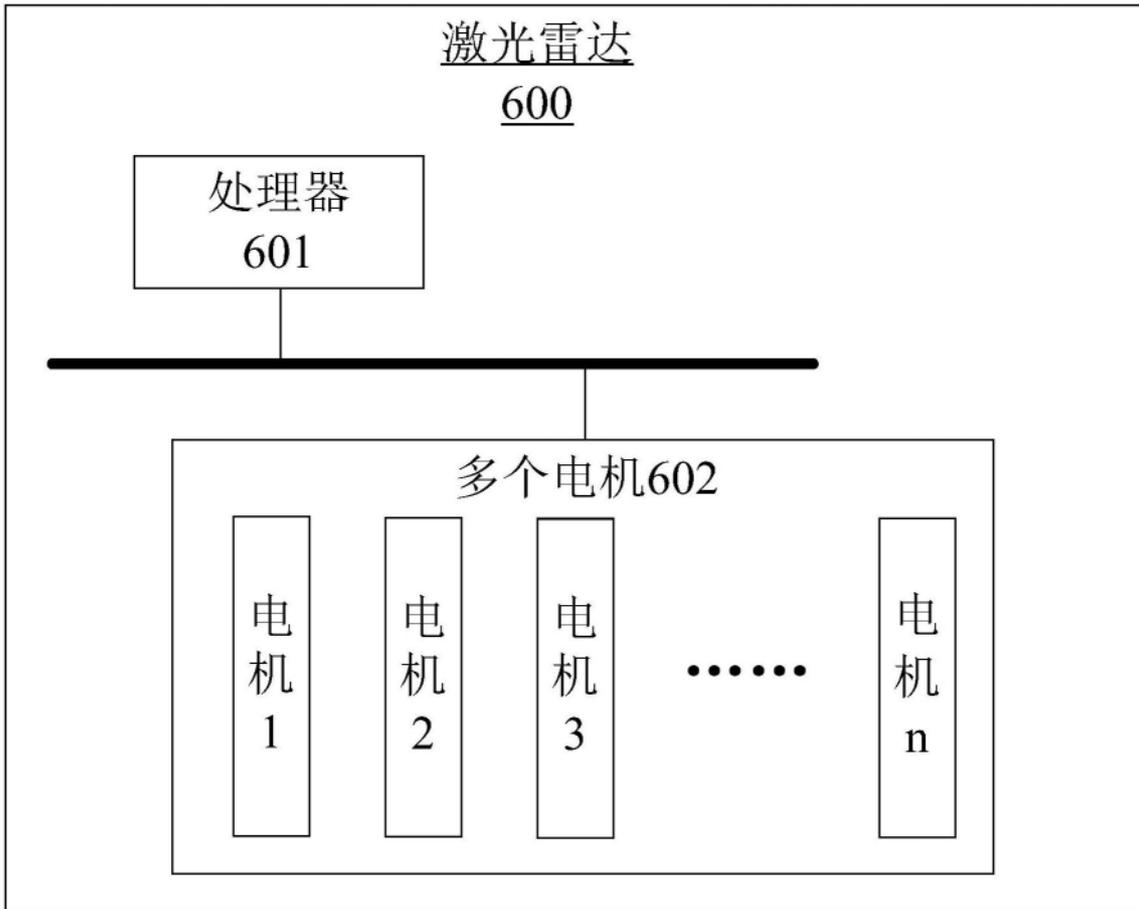


图6

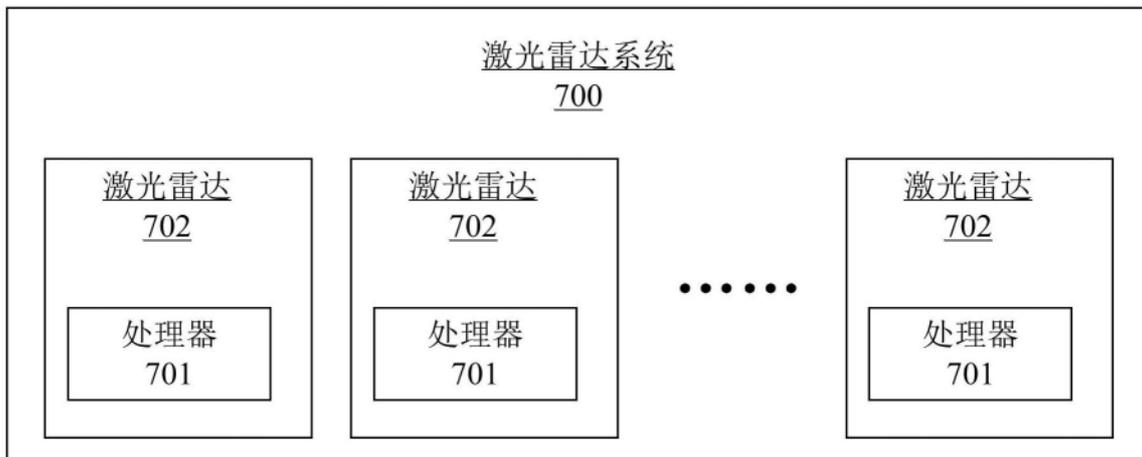


图7

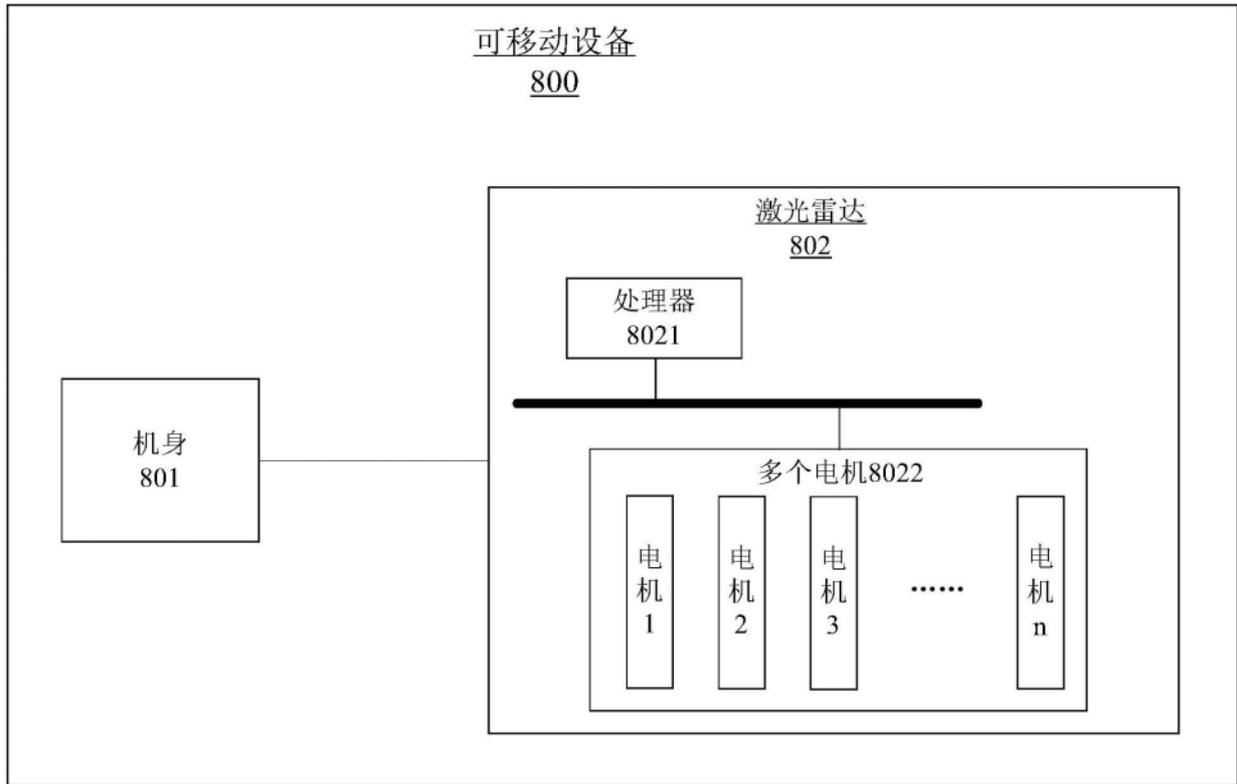


图8

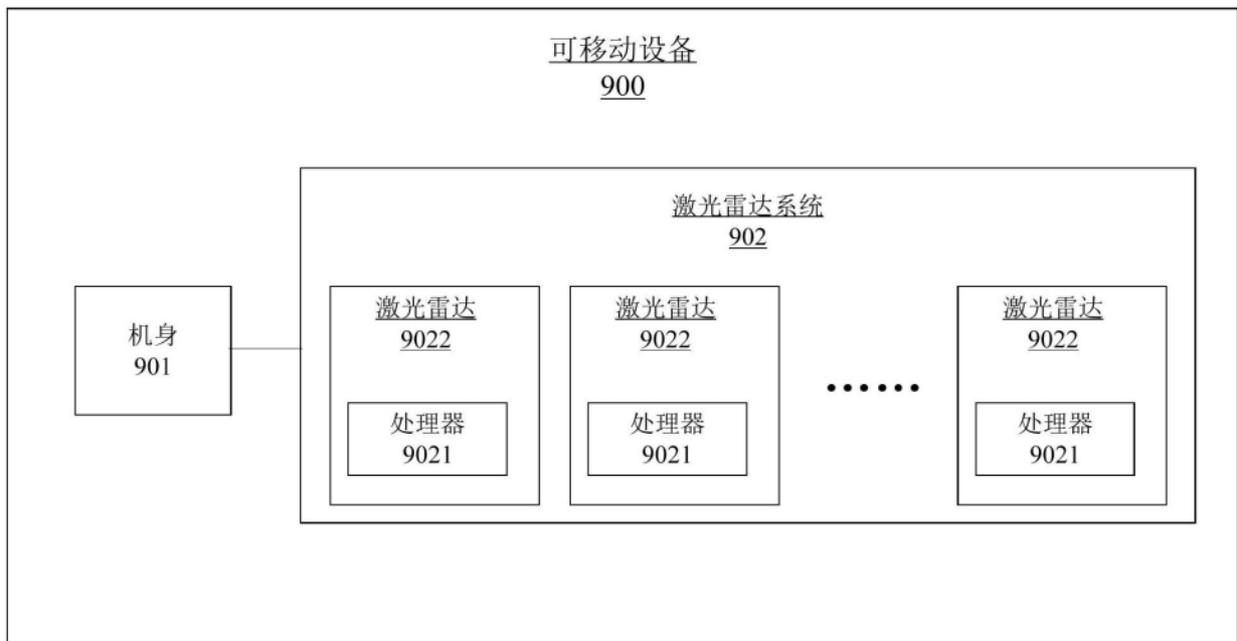


图9