



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105471310 B

(45)授权公告日 2019.12.31

(21)申请号 201510641594.9

(22)申请日 2015.09.30

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105471310 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(30)优先权数据  
14/502,350 2014.09.30 US

(73)专利权人 波音公司  
地址 美国伊利诺斯州

(72)发明人 阿达姆·J·温斯坦利  
尤金·V·索洛多夫尼克  
卡米亚尔·J·卡里米 刘生义  
高立军 马修·J·克罗拉克

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限  
责任公司 11240

代理人 梁丽超 刘瑞贤

(51)Int.Cl.  
H02M 7/5387(2007.01)  
H02M 1/088(2006.01)

(56)对比文件  
CN 101068080 A,2007.11.07,  
US 2008100136 A1,2008.05.01,  
CN 1581633 A,2005.02.16,

审查员 冯昊

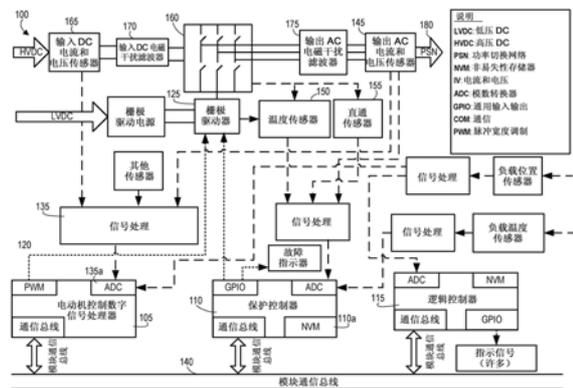
权利要求书6页 说明书15页 附图19页

(54)发明名称

并行模块化转换器架构

(57)摘要

本申请公开了并行模块化转换器架构。公开用于提供功率的系统和方法。系统可以包括多个并行模块转换器模块(“模块”),每个模块能够提供预定的电负载。多个并行模块转换器模块可以联网以形成并行模块转换器(“转换器”),用于将每个电负载区分优先次序并分配至一个或多个并行模块转换器模块。每个模块可以包括内部保护控制器和逻辑控制器。单个模块可以单独或者与其他模块同时提供功率至交通工具中的各个负载。系统可以使得能够使用更少的功率控制器,从而减少重量和节省时间。系统中的控制器还可以以高水平来利用,从而减少不必要的冗余。



1. 一种并行模块转换器(300),包括:

第一并行模块转换器模块(415-1),提供第一交流AC输出信号并且连接至模块通信总线;

第二并行模块转换器模块(415-2),提供第二AC输出信号并且连接至所述模块通信总线;

主逻辑控制器(320),被配置为响应于接收第一负载请求,所述第一并行模块转换器模块(415-1)和所述第二并行模块转换器模块(415-2)中的一个或多个以向所述第一负载请求指定的第一负载(420)供电;基于指示所述第一负载的类型的信息,从多个预定控制算法中选择第一控制算法以通过控制切换网络应用于所述第一并行模块转换器模块(415-1)和所述第二并行模块转换器模块(415-2)中的一个或多个,所述控制切换网络被配置为将所述多个预定控制算法中的所选择的控制算法路由至所述第一并行模块转换器模块(415-1)和所述第二并行模块转换器模块(415-2)中所选择的一个或多个;

所述模块通信总线(140),连接所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块;以及

主通信控制器(315),连接至所述模块通信总线和所述主逻辑控制器以在其间路由消息。

2. 根据权利要求1所述的并行模块转换器,其中,所述主逻辑控制器响应于所述第一负载请求向所述第一负载分配所述第一并行模块转换器模块并且响应于第二负载请求向第二负载分配所述第二并行模块转换器模块。

3. 根据权利要求1所述的并行模块转换器,其中,所述主逻辑控制器使用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块并行放置,并且向所述第一负载分配所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块。

4. 根据权利要求1所述的并行模块转换器,进一步包括:

第三并行模块转换器模块(415-3),提供第三AC输出信号并且连接至所述模块通信总线,

其中所述主逻辑控制器使用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行模块转换器模块并行放置,并且向所述第一负载分配所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行模块转换器模块。

5. 根据权利要求1所述的并行模块转换器,进一步包括:

主保护控制器(305),监测所述第一并行模块转换器模块的一个或多个输入和输出以及所述第二并行模块转换器模块的一个或多个输入和输出,

其中当检测出故障时,所述主保护控制器禁用所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块或者所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块两者。

6. 根据权利要求5所述的并行模块转换器,所述第一并行模块转换器模块的一个或多个输入和所述第二并行模块转换器模块的一个或多个输入包括输入电压和输入电流中的一个或多个。

7. 根据权利要求5所述的并行模块转换器,所述第一并行模块转换器模块的一个或多

个输出和所述第二并行模块转换器模块的一个或多个输出包括输出电压和输出电流中的一个或多个。

8. 根据权利要求1所述的并行模块转换器,进一步包括:

主数据记录器(310),记录一个或多个数据集;以及  
数据存储介质(335),存储所述一个或多个数据集。

9. 根据权利要求8所述的并行模块转换器,其中,所述一个或多个数据集包括一个或多个主逻辑控制器命令、主通信控制器消息、故障消息以及传感器读数。

10. 根据权利要求8所述的并行模块转换器,进一步包括:

数据记录总线(345),连接所述主数据记录器和所述数据存储介质,  
其中数据记录通信经由所述数据记录总线传送,并且  
其中控制通信经由所述模块通信总线传送。

11. 一种提供功率的方法,包括:

将第一并行模块转换器模块(415-1)和第二并行模块转换器模块(415-2)以及主逻辑控制器(320)与并行模块转换器模块通信总线(140)连接;

利用主通信控制器在所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和所述主逻辑控制器之间路由通信;

在所述主逻辑控制器处接收(1205)来自一个或多个飞机系统的一个或多个负载请求;  
并且

利用所述主逻辑控制器分配(1220A,1220B)所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块或者两者以向由所述一个或多个负载请求指定的一个或多个负载供电,

基于指示所述一个或多个负载的类型的信息,从多个预定控制算法中选择至少第一控制算法以通过控制切换网络应用于所述第一并行模块转换器模块(415-1)和所述第二并行模块转换器模块(415-2)中的一个或多个,所述控制切换网络被配置为将所述多个预定控制算法中的所选择的控制算法路由至所述第一并行模块转换器模块(415-1)和所述第二并行模块转换器模块(415-2)中所选择的一个或多个,

其中所述第一并行模块转换器模块提供第一交流AC信号并且所述第二并行模块转换器模块提供第二AC信号。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述一个或多个负载请求包括在所述主逻辑控制器处从第一飞机系统接收的第一负载请求,所述方法进一步包括:

利用功率切换网络(325)将所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块并行放置(1215);并且

将所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块分配给由所述第一负载请求指定的第一负载。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述一个或多个负载请求包括在所述主逻辑控制器处自第一飞机系统接收的第一负载请求,所述方法进一步包括:

利用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和第三并行模块转换器模块并行放置;并且

将所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行模块

转换器模块分配给由所述第一负载请求指定的第一负载，

其中所述第三并行模块转换器模块提供第三AC输出信号。

14. 根据权利要求11所述的方法，其中，所述一个或多个负载请求包括在所述主逻辑控制器处自第一飞机系统接收的第一负载请求，所述方法进一步包括：

利用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块并行放置；

利用所述主逻辑控制器分配所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块以向由所述第一负载请求指定的第一负载供电；

利用主保护控制器(305)检测所述第一并行模块转换器模块中的故障；

利用所述功率切换网络将所述第二并行模块转换器模块和第三并行模块转换器模块并行放置；

利用所述主逻辑控制器分配所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行模块转换器模块以向由所述第一负载请求指定的所述第一负载供电；并且

利用所述主保护控制器禁用所述第一并行模块转换器模块。

15. 根据权利要求11所述的方法，其中，所述一个或多个负载请求包括在所述主逻辑控制器处自第一飞机系统接收的第一负载请求以及自第二飞机系统接收的第二负载请求，所述方法进一步包括：

利用所述主逻辑控制器分配所述第一并行模块转换器模块以向由所述第一负载请求指定的第一负载供电并且分配所述第二并行模块转换器模块以向由所述第二负载请求指定的第二负载供电。

16. 一种用于提供功率的方法，包括：

在主逻辑控制器处接收来自外部飞机系统的第一负载请求，所述第一负载请求指定第一负载；

利用所述主逻辑控制器分配多个并行转换器模块中的第一并行转换器模块以向所述第一负载供电；

基于指示所述第一负载的类型的信息，从多个预定控制算法中选择第一控制算法，

利用控制切换网络将所述第一控制算法提供至所述第一并行转换器模块，所述控制切换网络被配置为将所述多个预定控制算法中的所选择的控制算法路由至所述多个并行转换器模块中的选择的一个或多个并行转换器模块；以及

利用功率切换网络的第一开关将所述第一并行转换器模块连接至所述第一负载以由此根据所述第一控制算法向所述第一负载供电。

17. 根据权利要求16所述的方法，进一步包括：利用所述功率切换网络将所述多个并行转换器模块中的所述第一并行转换器模块和第二并行转换器模块并行放置，其中，分配所述第一并行转换器模块以向所述第一负载供电包括分配所述第二并行转换器模块以向所述第一负载供电。

18. 根据权利要求16所述的方法，进一步包括：

在所述主逻辑控制器处接收来自所述外部飞机系统的第二负载请求，所述第二负载请求指定第二负载；

利用所述主逻辑控制器分配所述多个并行转换器模块中的第二并行转换器模块以向

所述第二负载供电；

利用实施控制切换网络将所述多个预定控制算法中的第二控制算法提供至所述第二并行转换器模块；并且

利用所述功率切换网络的第二开关将所述第二并行转换器模块连接至所述第二负载以由此根据所述第二控制算法向所述第二负载供电。

19. 根据权利要求18所述的方法，其中，所述第一控制算法、所述第二控制算法或者所述第一控制算法和所述第二控制算法两者包括磁场定向控制 (FOC) 电动机控制算法。

20. 根据权利要求18所述的方法，其中，所述第一控制算法、所述第二控制算法或者所述第一控制算法和所述第二控制算法两者包括直接转矩控制 (DTC) 电动机控制算法。

21. 根据权利要求18所述的方法，其中，所述第一控制算法、所述第二控制算法或者所述第一控制算法和所述第二控制算法两者包括电压/频率 (V/F) 电动机控制算法。

22. 一种用于使用多个并行转换器模块提供功率的方法，所述方法包括：

在主逻辑控制器处接收来自第一外部飞机系统的第一负载请求，所述第一负载请求指定第一负载；

在所述主逻辑控制器处接收来自第二外部飞机系统的第二负载请求，所述第二负载请求指定第二负载；

利用功率切换网络将所述多个并行转换器模块中的第一并行转换器模块和所述多个并行转换器模块中的第二并行转换器模块并行放置；

利用所述主逻辑控制器分配所述第一并行转换器模块和所述第二并行转换器模块以向所述第一负载供电，其中，分配所述第一并行转换器模块和所述第二并行转换器模块包括：利用控制切换网络将多个预定控制算法中的第一控制算法提供至所述第一并行转换器模块和所述第二并行转换器模块，所述控制切换网络被配置为将所述多个预定控制算法中的所选择的控制算法路由至所述多个并行转换器模块中的选择的一个或多个并行转换器模块；

利用所述主逻辑控制器分配所述多个并行转换器模块中的第三并行转换器模块以向所述第二负载供电，其中，分配所述第三并行转换器模块包括使用所述控制切换网络将所述多个预定控制算法中的第二控制算法应用于所述第三并行转换器模块；

利用所述主逻辑控制器检测所述第二负载的增加，其中，所述第二负载的所述增加将使得超过所述第三并行转换器模块的额定值；

利用所述主逻辑控制器检测所述第一负载的减少，其中，所述第一负载的减少将使得不再需要所述第二并行转换器模块向所述第一负载供电；

在确定所述第二并行转换器模块具有满足所述第二负载的增加的容量时，利用所述功率切换网络将所述第二并行转换器模块重新布置为与所述第三并行转换器模块并行放置；以及

利用所述主逻辑控制器重新分配所述第二并行转换器模块以向所述第二负载供电，其中，重新分配所述第二并行转换器模块包括产生用于所述控制切换网络的命令以将所述第二控制算法应用于所述第二并行转换器模块。

23. 根据权利要求22所述的方法，其中，检测所述第一负载的减小包括：在所述主逻辑控制器处接收断开所述第一负载的请求；并且所述方法进一步包括利用所述功率切换网络

将所述第一并行转换器模块从所述第一负载断开。

24. 根据权利要求22所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收断开所述第二负载的请求,以及利用所述功率切换网络将所述第二并行转换器模块和所述第三并行转换器模块从所述第二负载断开。

25. 根据权利要求22所述的方法,其中,所述第一负载请求指定所述第一负载的第一负载类型,所述第二负载请求指定所述第二负载的第二负载类型,其中分配所述第一并行转换器模块和所述第二并行转换器模块以向所述第一负载供电包括:基于所述第一负载类型选择第一控制算法;分配所述第三并行转换器模块以向所述第二负载供电包括:基于所述第二负载类型选择第二控制算法。

26. 一种提供功率的系统,包括:

主逻辑控制器,接收来自交通工具控制器的第一负载请求和第二负载请求;

控制切换网络,与所述主逻辑控制器通信,所述控制切换网络被配置为响应于来自所述主逻辑控制器的命令,根据多个预定控制算法中的所选择的一个或多个控制算法输出一个或多个控制信号;多个逆变器,与所述控制切换网络通信,用于将所述一个或多个控制信号转换成一个或多个交流(AC)输出信号;以及

功率切换网络,包括多个开关,所述多个开关被配置为将所述多个逆变器选择性地连接至一个或多个电负载,

其中,所述主逻辑控制器被进一步配置为:

基于指示第一负载的第一类型以及第二负载的第二类型的信息,选择多个预定控制算法中要应用于所述第一负载的第一控制算法以及选择多个预定控制算法中要应用于第二负载的第二控制算法;

响应于所述第一负载请求激活所述功率切换网络中的所述多个开关的第一组以便根据所述第一控制算法连接所述多个逆变器的第一组从而向所述第一负载供电,

响应于所述第二负载请求激活所述功率切换网络中的所述多个开关的第二组以便根据所述第二控制算法连接所述多个逆变器的第二组以向所述第二负载供电。

27. 一种提供功率的方法,包括:

利用主逻辑控制器响应于来自第一飞机系统的第一请求,确定要提供至由所述第一请求指定的第一负载的第一电量;

利用所述主逻辑控制器基于确定的所述第一电量确定被激活以向所述第一负载供电的第一多个并行转换器模块;

基于指示所述第一负载的第一类型的信息,确定要通过控制切换网络应用于所述第一多个并行转换器模块的第一控制算法,所述控制切换网络配置为将多个预定控制算法中的所选择的一个或多个控制算法路由至多个并行转换器模块中的选择的一个或多个;

确定所述第一控制算法的多个参数;

指示功率切换网络将所述第一多个并行转换器模块并行连接,并且将所述第一多个并行转换器模块与所述第一负载连接;并且

指示所述控制切换网络以由此应用具有确定的多个参数的所述第一控制算法以向所述第一负载供电。

28. 根据权利要求27所述的方法,进一步包括:

利用一个或多个温度传感器监测所述第一多个并行转换器模块的温度；并且  
如果确定所述第一多个并行转换器模块中的第一并行转换器模块的温度超过预定值，  
则移去应用于所述第一并行转换器模块的所述第一控制算法；以及

将所述第一控制算法应用至所述第一多个并行转换器模块中的第二并行转换器模块。

29. 根据权利要求27所述的方法，进一步包括：

使用所述主逻辑控制器响应于来自第二外部飞机系统的第二请求确定要提供给第二负载的第二电量；

利用所述主逻辑控制器基于所确定的第二电量确定被激活以向所述第二负载供电的第二多个并行转换器模块；

利用所述控制切换网络确定要应用于所述第二多个并行转换器模块的第二控制算法的多个参数；

指示所述功率切换网络将所述第二多个并行转换器模块并行连接，并且将所述第二多个并行转换器模块与所述第二负载连接；并且

指示所述控制切换网络以由此应用所述第二控制算法以向所述第二负载供电。

## 并行模块化转换器架构

### 技术领域

[0001] 本公开的实施方式总体涉及功率管理,并且具体地涉及用于提供改善的模块化并行转换器架构的系统和方法,该改善的模块化并行转换器架构利用多个并行模块化转换器模块为多个负载供电。

### 背景技术

[0002] 现代的交通工具使用大量的电子设备、电动机、加热器以及其他电驱动设备。具体地,电动机普遍存在于现代的交通工具中,包括飞机,并且为从液压泵到机舱风机的每个部件提供动力。传统地,这些电动机中的每个由独立的电动机控制器驱动。每个电动机控制器的大小形成为能够承载为全功率下的其相应电动机供电所需要的电流的最大量持续延长的时段(并且通常,为安全起见包括一些额外的容量),而不会发生过热或故障。

[0003] 因此,每个飞机承载过多数量的电动机控制器,每个电动机控制器尺寸过大并且大部分时间未充分使用。换言之,电动机控制器包括充足的容量以使电动机以全功率运行延长的时段加上安全裕度,但是电动机(如果有过的话)很少以全容量运行。这是因为电动机本身内建有一些安全裕度并且因为,大部分时间,电动机在较低的需求状态下操作(例如,机舱风机不总是“高的”)。此外,一些电动机仅偶尔使用,或者在特定的飞行段期间,而在其余的时间是未使用的。因此,许多飞机的重的、昂贵的电动机控制器的定额设备(complement)以不起作用或者主要低于其额定功率输出消耗了其大部分使用寿命。

[0004] 因此,需要的是使可单独工作的或者并行于其他并行电动机控制器的多个、模块化的、可分配的、动态地可重新配置的电动机控制器的使用能够满足功率控制需求的系统架构。系统应当使一个或多个并行控制器能够根据需要被分配到飞机中的每个活动的电负载,以满足现有的功率需求。系统应当使每个电动机控制器的容量能够更充分地利用,减少系统的重量、成本和复杂度。本公开的实施方式主要针对这样的系统。

### 发明内容

[0005] 应当理解,提供本发明内容从而以简单的形式介绍下面在详细说明书中进一步描述的概念的选择。本发明内容不旨在用于限制所要求保护主题的范围。

[0006] 本公开的实施方式涉及电负载的模块化功率分配和功率转换系统。系统可以包括被连接以形成并行模块转换器(“转换器”)的多个并行模块转换器模块(模块)。每个模块可以单独使用,或者结合其他模块使用以满足特定的功率需求。模块100还可以基于负载代表的优先级分配给负载。

[0007] 本公开的实施方式可以包括第一并行模块转换器模块,该并行模块转换器模块包括:逻辑处理器,确定第一脉冲宽度调制(PWM)频率和持续时间并且生成相应的第一控制信号;电动机控制数字信号处理器(DSP),基于第一控制信号生成PWM信号;栅极驱动器,基于PWM信号激活逆变器以产生交流电流(AC)输出信号;以及模块通信总线,促使第一并行模块转换器模块和第二并行模块转换器模块之间的通信。

[0008] 本公开的实施方式还可以包括并行模块转换器,该并行模块转换器包括:第一并行模块转换器模块,提供第一交流电流(AC)输出信号并且连接至模块通信总线;第二并行模块转换器模块,提供第二AC输出信号并且连接至模块通信总线;以及主逻辑控制器,将第一负载分配至第一并行模块转换器模块和第二并行模块转换器模块中的一个或多个。在一些实施方式中,模块通信总线可以连接第一并行模块转换器模块和第二并行模块转换器模块。系统还可以包括主通信控制器,该主通信控制器连接至模块通信总线和主逻辑控制器以在主通信控制器和主逻辑控制器之间路由消息。

[0009] 本公开的实施方式还可以包括一种提供功率的方法。在一些实施方式中,该方法可以包括:将第一并行模块转换器模块和第二并行模块转换器模块以及主逻辑控制器与并行模块转换器模块通信总线连接;利用主通信控制器在第一并行模块转换器模块、第二并行模块转换器模块和主逻辑控制器之间路由通信;并且在主逻辑控制器处接收来自一个或多个飞机系统的一个或多个负载请求。在一些实施方式中,该方法可以进一步包括:利用主逻辑控制器将一个或多个负载请求分配至第一并行模块转换器模块、第二并行模块转换器模块或者两者。在一些实施方式中,第一并行模块转换器模块可以提供第一AC信号并且第二并行模块转换器模块可以提供第二AC信号。

[0010] 本公开的实施方式可以进一步包括一种用于提供功率的方法,该方法包括:在主逻辑控制器处接收来自外部飞机系统的第一负载的请求;利用主逻辑控制器将第一负载分配至第一并行模块转换器模块;利用控制切换网络将第一电动机控制算法提供至第一并行模块转换器模块;并且利用功率切换网络的第一开关将第一并行模块转换器模块连接至第一负载。

[0011] 本公开的实施方式可以进一步包括一种用于提供功率的方法,该方法包括:在主逻辑控制器处接收来自外部飞机系统的第一负载的请求;在所述主逻辑控制器处接收来自第二外部飞机系统的第二负载的请求;利用功率切换网络将第一并行模块转换器模块和第二并行模块转换器模块并行放置;利用主逻辑控制器将第一负载分配至第一并行模块转换器模块和第二并行模块转换器模块;利用主逻辑控制器将第二负载分配至第三并行模块转换器模块;利用主逻辑控制器检测第二负载的增加和第一负载的减少;利用功率切换网络将第二并行模块转换器模块和第三并行模块转换器模块并行放置;并且利用主逻辑控制器将第二并行模块转换器模块重新分配至第二负载。

[0012] 本公开的实施方式还可以包括一种系统,该系统包括:主逻辑控制器,接收来自交通工具控制器的第一负载请求和第二负载请求;控制切换网络,包括多个控制算法,与主逻辑控制器通信;多个逆变器,与控制切换网络通信以用于将一个或多个直流(DC)输入信号转换成一个或多个交流(AC)输出信号;以及功率切换网络,包括多个开关以便将多个逆变器连接至一个或多个电负载。在一些实施方式中,控制器可以响应第一负载请求激活功率切换网络中的一个或多个开关的第一组以便将一个或多个逆变器的第一组连接至第一负载,并且可以响应第二负载请求激活功率切换网络中的一个或多个开关的第二组以便将一个或多个逆变器的第二组连接至第二负载。

[0013] 本公开的实施方式还可以包括一种提供功率的方法,该方法包括:在主逻辑控制器处自第一外部飞机系统接收供电第一负载的请求;利用主逻辑控制器确定提供至第一负载的功率;利用主逻辑控制器确定被激活以供电第一负载的第一多个并行模块转换器模

块;利用控制切换网络确定第一多个并行模块转换器模块的第一控制算法的多个参数;指示功率切换网络将第一多个并行模块转换器模块与第一负载并行连接;并且激活第一控制算法以将第一负载提供至外部飞机系统。

[0014] 已经论述的特征、功能和优势可以在本公开的各种实施方式中独立地实现,或者结合在另外的实施方式中,可以参考以下描述和附图了解本公开的更多细节。

### 附图说明

[0015] 图1是描述根据本公开的一些实施方式的高电压DC输入应用中的并行模块化转换器中使用的并行模块化转换器模块(“模块”)的电气示意图。

[0016] 图2是描述根据本公开的一些实施方式的AC输入应用中的并行模块化转换器中使用的模块的电气示意图。

[0017] 图3A-图3C是描述根据本公开的实施方式的高电压DC电流状态(regime)下使用多个模块的并行模块转换器(“转换器”)的电气示意图。

[0018] 图4是描述根据本公开的一些实施方式的输出配置的电气示意图。

[0019] 图5是描述根据本公开的一些实施方式的具有高电压DC输入应用中的具有共用控制器的可替换模块的电气示意图。

[0020] 图6A-图6C是描述根据本公开的一些实施方式的具有高电压DC输入应用中的可替换转换器的电气示意图。

[0021] 图7是描述根据本公开的一些实施方式的功率切换网络的电气示意图。

[0022] 图8是描述根据本公开的一些实施方式的功率切换网络的电气示意图。

[0023] 图9A-图9C是描述根据本公开的一些实施方式的可替换转换器的电气示意图。

[0024] 图10是描述根据本公开的一些实施方式的转换器的整个系统架构的电气示意图。

[0025] 图11是描述根据本公开的一些实施方式的图10的控制切换网络和功率切换网络的详细电气示意图。

[0026] 图12是描述根据本公开的一些实施方式的分配功率的方法的流程图。

[0027] 图13是描述根据本公开的一些实施方式的将负载重新分配至多个模块的方法的流程图。

[0028] 本公开内容中所示的每个附图示出呈现的实施方式的一个方面的变化,并且将仅详细讨论有差异的地方。

### 具体实施方式

[0029] 本公开的实施方式总体涉及功率分配和功率转换系统,并且更具体地涉及用于在不需针对每个电负载的单独控制器的情况下分配电负载的并行模块化转换器。转换器可以利用多个联网的并行模块化转换器模块,每个定额为具有预定的功率容量。与飞机系统和模块通信的主控制器可以接收来自各个功率负载(例如,电动机)的请求并且可以分配一个或多个模块以满足请求的需要。

[0030] 以简化和清楚的说明,本公开在本文中描述为用于在飞机上分配功率的系统。然而,本领域技术人员简化认识到本公开不限于此。系统还可以用于,例如但不限于,汽车、其他类型的交通工具,以及功率分配网络中。本公开可用于通过减少需要的控制器的数量并

且消除过多的控制器容量来改善控制器并且降低在许多情况下分配功率(power, 电力)的成本和费用。

[0031] 在下文中描述的构成本公开的各个元件的材料和部件旨在说明性的而不是限制性的。执行与本文中描述的材料和部件相同的或者相似的功能的许多合适的材料和部件旨在包括在本公开的范围之内。本文中没有描述的这样的其它材料和部件可以包括,但不限于,本公开研发的时间之后研发的材料和部件。

[0032] 如上所述的,传统的功率分配系统的问题通常是每个电负载设置有用于功率分配目的单独控制器。令人遗憾地,这导致控制器容量过量,因为每个单独的控制器必须定额为必要的电气设备可以汲取的最大负荷。此外,在大多数情况下,控制器实际上被设计为提供一些安全裕度,即使(1)电负载本身(例如,电动机)可具有一些固有的安全裕度以及(2)许多电负载通常以小于全功率来使用和/或仅间歇性地使用。

[0033] 为此,本公开的实施方式涉及可以单独或并行使用以满足现有功率需求的模块化功率控制器的联网系统。因为飞机中的每个电负载(如果有过的话)很少同时打开,所以系统可以设计为具有更接近于与额定或平均功率消耗有关的容量(加上一些安全裕度)而不是“最坏的情况”。因此,可以减少需要的部件的数量、部件重量、尺寸和成本,可以改善系统效率,并且可以提供改善的系统冗余。如果发生电动机控制器故障,例如,系统可以重新配置以将负载分配给运行的电动机控制器,从而改善可靠性。此外,如果负载使得系统在全容量下操作,则依然可以供电所有负载,即使在一些情况下以降低的容量。

[0034] 如图1所示,系统的组成块可以包括多个并行模块化转换器模块(“模块”)100,多个模块可以是联网在一起以形成以下论述的并行模块化转换器(“转换器”)。在一些实施方式中,如图1所示,每个模块100可以包括机载处理。在这个配置中,模块100可以包括至少三个处理器:电动机控制数字信号处理器(“DSP”)105、保护处理器110和逻辑处理器115。可替换地,保护处理器110可以表示保护控制器,并且逻辑处理器115可以表示逻辑控制器。

[0035] 因此,在一些实施方式中,DSP 105可以生成例如高频栅极驱动脉冲宽度调制信号(PWM)120以激活栅极驱动器125。栅极驱动器125实质上用作电源模块100的切换侧,与继电器很像。换言之,模块100的输出180由PWM信号120调节。为了确定合适的PWM信号120,DSP 105可以利用经由信号处理器135来自各个传感器的信号和/或经由模块通信总线140的信号,在以下论述。

[0036] 在一些实施方式中,DSP 105可以利用传感器(包括,例如但不限于,温度传感器150和直通传感器155)以检测可能的故障状态。在其他实施方式中,DSP 105可以利用传感器,包括电流传感器(以检测过电流条件)、电压传感器(以检测过电压条件)、电动机转速和位置传感器(以检测超转速条件)。此外,许多这些传感器(例如,电流、电压、电动机转速和位置传感器)也可以用于执行电动机控制。在一些实施方式中,信号处理器135可以调节(condition)来自传感器的信号并且可以包括模数转换器(ADC)135a。在其他实施方式中,ADC 135可以是经由通信接口连接至处理器105、110、115的分离单元。在又一其他实施方式中,ADC 135可以整合至一个或多个处理器105、110、115中。

[0037] 传感器数据可以包括,例如但不限于,模块输入和输出电流和电压,电动机位置、DC链路DM(差模)和CM(共模)、电压和电流、电动机转速、以及电源模块温度。在一些实施方式中,DSP 105脉冲宽度调制方法以及输出功率水平可以通过逻辑处理器115配置。为了使

模块处理器105、110、115和模块100外部的控制器之间能够通信,可以利用模块通信总线140。在一些实施方式中,为了增强模块100调试和校验,例如,负载传感器信号和DSP配置可以包括被传输到主数据记录器310的数据集,如以下论述的。

[0038] 优选地,并且有时需要同步模块100和电动机控制DSP 105之间的参考时钟,以生成同步输出波形180。无法同步参考时钟会导致电动机控制DSP 105生成与其他模块100的波形异相的波形。进而,这可能造成短路,从而损害或破坏模块100。然而,DSP 105的高频系统时钟的变化是相对可忽略的,因为几纳秒将对输出波形产生很少的影响或者没有影响。参考时钟优选地至少在并行模块100之间同步(即,当前馈送功率至相同负载的模块100)。在一些实施方式中,对于非常精确的同步,可以使用本领域中已知的方法,例如,经由光纤光缆的同步。光纤可以是有利的,因为其不受由电源模块切换产生的EMI噪声的影响。

[0039] 在一些实施方式中,保护处理器110可以使模块100能够安全操作。保护处理器110可以监测各个传感器的不安全操作条件,包括但不限于,输出AC电流和电压传感器145、栅极驱动器和逆变器温度150、以及直通电压155。在一些实施方式中,保护处理器110还可以监测例如电动机超转速、过电压(DC链路)、输入或输出的过电流、输入和输出的过电压、CM(共模)电流、过多的电压纹波、不平衡的输入/输出电流、开相(open phase)、以及计算机故障保护(例如,如果DSP出故障,则保护处理器110可以单独停用栅极驱动器125)。在又一其他实施方式中,保护处理器110还可以将实际PWM配置与命令的PWM配置相比较。如果这些信号不匹配,则栅极驱动器125也可以停用。在一些实施方式中,保护处理器110可以直接连接至栅极驱动器125,如果检测到故障允许几乎瞬间关闭逆变器160。

[0040] 模块100的输入故障保护也可以由通过模块通信总线140与主保护控制器305通信的保护处理器110提供。如果保护处理器110检测到故障,例如,保护处理器110可以指示主保护控制器305外部停用模块100。在一些实施方式中,模块100故障还可以由保护处理器110记录。在一些实施方式中,故障可以存储在保护处理器110的存储器110a(例如,非易失性存储器)中并且模块100可以停用直至其可以修复或置换。为了帮助调试,在一些实施方式中,保护处理器110还可以利用主数据记录器310记录一些或所有事件。以这种方式,与模块故障、通信、主逻辑指令以及其他相关的信息有关的信息可以包括由主数据记录器310记录的数据集。

[0041] 在一些实施方式中,逻辑处理器115可以通过配置调制方法和输出功率来调节DSP 105。逻辑处理器115在并行模块100之间的协调可以使得负载分配均等并且使得时钟同步。因此,每个逻辑处理器115可以将关于目前被分配向哪个负载供电的指示通信给主逻辑控制器320。

[0042] 如示出的,模块100可以接受由外部整流单元已整流的高压DC功率(HVDC)。在一些实施方式中,输入电流和电压可以由电流和电压传感器165监测。DC波形可以由DC电磁干扰(EMI)滤波器170过滤,该滤波器可以减少DC总线上的噪声并且稳定输入电流和电压。然后,逆变器模块160可以生成AC波形,该AC波形可以由输出AC EMI滤波器175过滤,以便由系统负载使用。在一些实施方式中,额外的滤波器和处理器可用于除去切换瞬态现象并且使输出波形平滑。在一些实施方式中,每个模块100可以包括一个小的输入EMI滤波器170,例如,以及用于每个负载的更大的输出EMI滤波器175(串联连接的EMI滤波器改善滤波器衰减)。

[0043] 电流和电压波形还可以由输出AC EMI滤波器145之后的额外的传感器监测。在一

些实施方式中,一个或多个电压和/或电流传感器在模块100处并且一个或多个电压和/或电流传感器在负载侧上。这使得能够在功率切换网络325中进行故障检测,如以下论述的。

[0044] 如图2所示,在一些实施方式中,整流器205可以整合至模块200中,而不是使用外部整流器。在这个配置中,模块200可以利用AC功率输入,诸如3相AC功率输入。整流器205可以包括,例如但不限于,有源的前端(包括固态开关)或者传统的无源整流器(例如,多脉冲自耦变压器整流单元、变压器整流单元或者二极管整流器)。这个配置可以提供增加的可靠性,这是因为例如整流器205故障仅影响一个模块200。此外,可靠性和安全性被改善,这是因为在模块200之间还具有减小的循环电流(即,因为每个模块200与其他模块200隔离)。当然,这个方法因为额外的部件205、210而使得模块200的成本、重量、体积和复杂度稍微增加。在一些实施方式中,可以在整流器205之后使用额外的电流和电压传感器210以感测故障条件。

[0045] 图3A-图3C描述转换器的整个系统300架构。主控制器302可以包括,例如但不限于,主通信控制器315、主逻辑控制器320、主保护控制器305、主数据记录器310或者主数据记录控制器以及功率切换网络(PSN)。主通信控制器315可以经由每个模块100的模块通信总线140连接每个模块,以在模块100之间实现消息交换。此外,来自主逻辑控制器320的消息还可以由主通信控制器315路由至其各自的目的地(例如,至模块100、外部飞机系统350等)。

[0046] 在一些实施方式中,为了帮助调试,由主通信控制器315处理的消息可以被复制并且传输到主数据记录器310,在主数据记录器310中被记录以用于并发(concurrent)或者未来分析。在一些实施方式中,主通信控制器315可以便于模块100和外部飞机系统350(例如,请求功率的系统300以外的飞机系统350)之间的通信。在一些实施方式中,主逻辑控制器320可以自外部飞机系统接收指定功率水平(即,电流和/或电压)下的负载的请求。然后,主逻辑控制器320可以通过相应地选择并配置功率切换网络325和模块100以分配模块100从而满足功率请求。

[0047] 为了确保系统300中发生的任何故障条件被检测到并中断,主保护控制器305可以监测每个模块100的输入和输出,包括例如但不限于,高压DC总线和低压DC总线的输入电流和电压波形。在一些实施方式中,如果发生故障,主保护控制器305可以信令相应的电源开关330以断开模块100,将故障记录在主保护控制器存储器305a中,并且将故障的消息发送至主数据记录器310。主保护控制器305可以停用模块100直至其例如被修复或置换。

[0048] 另一方面,控制消息和传感器读数的记录可以由主数据记录器310控制。主数据记录器310可以将其接收的数据经由数据记录总线345记录至数据存储介质335,数据记录总线345经由数据存储接口(310a)通信。在一些实施方式中,诸如当高频传感器读数被写入至数据存储介质时,可以使用高速大容量存储装置。在一些实施方式中,系统300的可靠性可以使用主控制器的冗余低压DC连接(例如,主保护控制器305、主数据记录器310、主通信控制器315和主逻辑控制器320)和模块100的处理器(例如,电动机控制DSP 105、保护处理器110和逻辑处理器115)来增强。

[0049] 在这个配置中,模块100可以通过模块100外部的整流器单元(整流器)来供电。每个整流器340可以供电N(任意数量)个模块100。当然,由每个整流器340供电的数量N的减少可以增加可靠性,但以增加重量和复杂度为代价。因此,如果存在M个整流器340,例如这将

产生总共 $N \times M$ 个模块100。如上所述,整流器340可以是,例如但不限于,AFE、无源二极管或者多脉冲自耦变压器单元整流器。

[0050] 在一些实施方式中,如图4所示,输出系统400可以包括功率切换网络325。功率切换网络325可以通过负载连接(420-1至420-K)的阵列将模块100输出(415-1至415-N)的阵列切换至其分配的负载。负载故障识别和中断可以通过由功率切换网络保护控制器405对电流和电压波形进行监测来提供。如果功率切换网络保护控制器405检测到故障条件,则其可以断开连接至负载的一些或者所有功率切换网络325开关410。在一些实施方式中,功率切换网络保护控制器405还可以将故障记录在NVM中以帮助重新闭合开关410(即,当故障已被校正时)或者永久断开开关410(例如,直至其被置换)。功率切换网络保护控制器405还可以将故障通知功率切换网络325。然后功率切换网络325可以断开连接至负载的所有开关,从而提供冗余系统保护。在一些实施方式中,如果需要的话,系统300的输出可以包括EMI衰减的最后阶段。每个负载可以具有一个或多个专用的AC输出EMI滤波器,该滤波器可以过滤来自所有并行模块100的组合波形。在一些实施方式中,开关410可以是,例如但不限于,固态开关或者机电接触器。

[0051] 在一些实施方式中,如图5所示,模块100可以主要由电动机控制DSP 105控制,而不是多个模块控制器(例如,电动机控制DSP 105、保护处理器110和逻辑处理器115)。在这个配置中,将逻辑处理器115功能转移至主逻辑控制器320可以减少模块100需要的处理器的数量。在一些实施方式中,这还可以消除例如每个模块的逻辑处理器115之间的功率分配协商处理。在这个配置中,电动机控制DSP 105可以由主逻辑控制器320配置。负载传感器信号可以根据需要由主逻辑控制器320传输至电动机控制DSP 105。此外,生成同步波形的系统300参考时钟同步依然可以由电动机控制DSP 105提供。

[0052] 在这个配置中,保护处理器110功能可以整合至参考时钟同步中以生成同步波形。在大多数情况下,处理相对小数量的额外信号不会显著增加电动机控制DSP 105的负担。如果电动机控制DSP 105识别到故障条件,则电动机控制DSP 105可以通过停止PWM信号120简单地停用模块100。

[0053] 在一些实施方式中,为了减少模块通信总线140的带宽要求,模块100还可以包括单独的数据记录通信总线505。以这种方式,相对高的带宽数据记录通信可以由数据记录通信总线505处理,而控制通信510可以仍然在模块通信总线140上,该通信510是相对低带宽、高可靠性的通信。以这种方式,电动机控制DSP 105可以连接至通信总线505、510两者,允许两个类型的通信。

[0054] 在又一其他实施方式中,如图6A-图6C所示,系统600可以包括更重要的主逻辑控制器320和主数据记录器310,以消除主通信控制器315。在这个配置中,主逻辑控制器320可以连接至每个模块的逻辑通信总线以使得配置能够被传输到模块100。并行模块100之间的功率分配和与外部飞机系统605(即,系统600外部的飞机系统,不是飞机)的通信可以由主逻辑控制器320控制。主数据记录器310可以连接至每个模块的数据记录通信总线505,允许更高频率的数据记录。在一些实施方式中,可以对主保护控制器305和/或主逻辑控制器320进行额外的连接以用于数据存储,同时可以基本上操作主保护控制器305,正如以上的论述。

[0055] 在一些实施方式中,如图7所示,系统700可以包括负载传感器信号处理,该信号处

理从单个模块100转移至系统300的输出。在这个配置中,功率切换网络保护控制器405可以监测负载信号,确保没有故障发生(例如,过温度或者过转速条件)。功率切换网络保护控制器405可以将传感器数据(包括但不限于,负载温度705和负载位置710)中继至主逻辑控制器320以进行对模块100的分配。

[0056] 图8描述消除参考同步问题(即,模块100之间的参考时钟的同步,如以上论述的)的可替换模块800架构。在一些实施方式中,这可以通过将电动机控制器DSP 105转移至主控制302来实现。如上所述的,电动机控制器DSP 105计算PWM状态并且然后将其(例如,通过光纤的开关状态消息)传输至模块800。光纤可以用于模块间通信,例如,以防止未屏蔽的电线上的数据破坏。在这个配置中,光纤收发器805可以接收开关状态消息。

[0057] 然后,光纤收发器805内的解码器805a可以生成用于栅极驱动器815的模拟栅极驱动信号810。光纤收发器805可以传输、接收、编码和解码从电域至光域的信号,反之亦然。光纤信号可以是有利的,因为光信号不受由功率切换网络产生的EMI噪声的影响。因此,光介质可以用于将信息传输相对长的距离(例如,模块100之间)。

[0058] 解码器805a可以是逻辑电路,例如但不限于,现场可编程门阵列(FPGA)、复杂的可编程逻辑装置(CPLD)、专用集成电路(ASIC)或者处理器。保护处理器110可以通过分别监测电流和电压传感器812,817的DC输入和AC输出、模块装置820的温度、以及逆变器直通825等来提供基本保护。如果发生故障,则保护处理器110可以停用逆变器830并且将故障通知主保护控制器305。在一些实施方式中,保护处理器110可以经由光纤收发器805与主保护控制器305通信。在其他实施方式中,保护处理器110可以经由模块通信总线140与主保护控制器305通信。在一些实施方式中,开关状态消息和保护消息可以以不同的频率传输以使得能够并行通信。在又一其他实施方式中,如图9A-图9C所示,电动机控制器DSP 105可以从模块100转移至主控制器302。通过使电动机控制器DSP105合并,时钟同步由于装置的接近度而变得不那么困难(即,除去同步中大部分的时间延迟元素)。在一些实施方式中,电动机控制器DSP 105可以放置在模块化附件板上以便于系统900的修复。电动机控制器DSP105的数量可以等于由系统900控制的最大同时负载数量K。在这个配置中,每个电动机控制器DSP 105可以计算PWM状态,然后将开关状态消息传输至模块100,并行模块100从相同的电动机控制器DSP 105接收开关状态消息。在一些实施方式中,PWM路由器905可用于将开关状态消息路由至并行模块100。传感器信号(例如负载电流和电压)可以通过负载传感器路由器910路由至各自的电动机控制器DSP 105。

[0059] 在一些实施方式中,主逻辑控制器320可以与每个电动机控制器DSP105直接通信,以配置必要的控制变量(例如,脉冲宽度和幅度)。在一些实施方式中,如上所述,光纤收发器805可用于与模块100通信。多个波长/频率还可以用于使得开关状态消息和模块故障消息能够并行传输和/或接收。

[0060] 以上论述的架构可以提供高可靠性,这是因为每个模块100的控制器几乎单独操作。在大多数情况下,与其他控制器的相互作用限于各个模块100的逻辑处理器115之间的功率分配的配给和主逻辑控制器320对负载和功率的分配。在这个配置中,例如,模块100故障不会影响其他模块100的操作。此外,当模块通信总线140提供各个模块处理器(例如,DSP 105、保护处理器110和逻辑处理器115)和主控制器之间的连接时,通信被简化。然而,这个架构会稍微减少成本效益并且更加难以执行。对于最小任务使用专用的逻辑控制器例如会

导致未使用的处理功率,从而增加模块成本。另一方面,将逻辑控制器功能整合至诸如主逻辑控制器320的其他控制器将减少成本和模块复杂度。同步的参考时钟的实施会增加模块的复杂度和成本。

[0061] 包括图1-图9C中论述的子系统的整个系统架构在图10和图11中示出,系统1000可以控制并行模块化逆变器1015的系统以驱动多个和/或不同类型AC或DC机器1010。系统1000可以包括并行连接的多个并行模块化逆变器1015,每个逆变器能够被配置为经由可重新配置的控制切换网络1025接收嵌入在控制系统1020中的多个控制算法1022a、1022b、1022c中的任意一个。每个并行模块化逆变器1015可以被配置为经由可重新配置的功率切换网络1030驱动负载侧上的多个AC机器1010中的一个或多个。

[0062] 这个配置使得能够例如动态重新配置控制切换网络1025和功率切换网络1030两者。此外,并行的多个逆变器1015中的任意一个可用来驱动负载侧上的多个电动机1010中的任何电动机(或者其他电负载),并且嵌入在系统1000中的多个控制算法1022中的任何控制算法可用于控制多个逆变器1015中的任意一个。因此,一个或多个逆变器1015可以根据需要驱动一个电动机1010以满足负载需求,和/或可以同时驱动负载侧上的多个电动机1010,每个电动机可以利用一个或多个逆变器1015驱动。此外,在负载侧上的多个电动机1010可以利用相同的控制算法(例如,1020a)或者不同的控制算法(例如,1020b)同时驱动。

[0063] 如图10所示,系统可以包括被配置为与交通工具控制器1040通信的系统控制器1035,例如,以从交通工具控制器1040获得操作指令并且将系统1000状态信号提供至交通工具控制器1040等。在一些实施方式中,系统控制器1035还可以重新配置功率切换网络1030以提供合适数量的并行逆变器模块1015以实时驱动电动机1010。换言之,当来自电动机1010的负载增加时,系统控制器1035可以发送信号至功率切换网络1030以并行放置更多的逆变器模块1015。相反地,当然,当电动机负载减少时,系统控制器1035可以发送信号至功率切换网络1030以断开一个或多个逆变器模块1015。如必要的话,系统控制器1035然后将他们放置为与其他逆变器模块1015并行以驱动其他负载1010。

[0064] 在一些实施方式中,系统控制器1035还可以重新配置控制切换网络1025以便将合适电动机控制算法提供至驱动一个或多个电动机类型的一个或多个逆变器模块1015。系统控制器1035可以提供关于,例如但不限于,磁场定向控制(FOC),直接转矩控制(DTC),电压/频率控制(V/F)的算法。这可以用于例如有效驱动特定的电动机类型(例如,感应电动机、同步电动机、永磁同步电动机、无刷直流电动机等)。

[0065] 在一些实施方式中,系统控制器1035还可以将,例如但不限于,电动机转速、转矩或者功率参考值发送至相应的电动机1010(或者电动机控制器)。在一些实施方式中,系统控制器1035可以存储在嵌入式控制器上并且在嵌入式控制器上运行。系统控制器1035可以包括,例如但不限于,微控制器处理器、FPGA或者ASIC。在一些实施方式中,系统控制器1035可以使用实时模拟器/仿真器或者可以实时运行。

[0066] 在一些实施方式中,电动机控制器算法1022的数量可以由不同的电动机负载的数量确定。如果系统1000具有待驱动的三个不同类型的电动机1010,例如,可以开发三个电动机控制器算法1022,每个电动机控制算法1022专用于电动机负载。当然,如果所有三个电动机1010执行与相同电动机相同的功能,则可以使用相同的算法1022供电所有三个负载。

[0067] 控制切换网络1025可以动态地配置一个或多个逆变器1015,每个逆变器可以由特

定控制算法1022或者共同的控制算法1022驱动,控制算法按照来自系统控制器1035的每个命令而通过控制切换网络1025路由。在一些实施方式中,控制切换网络1025的输入和输出信号之间的时间延迟可以最小化以改善电动机驱动性能。

[0068] 控制切换网络1025可以是,例如,以软件或硬件实现。在一些实施方式中,软件编码的控制切换网络1025可以,例如但不限于,在嵌入式控制器、实时模拟器或者计算机上运行。在其他实施方式中,控制切换网络1025可以使用硬件装置实现,例如但不限于,CPLD、ASIC或者FPGA。

[0069] 在一些实施方式中,功率切换网络1030可以动态地配置一个或多个逆变器以按照来自系统控制器1035的一个或多个特定控制算法驱动一个或多个电动机。在一些实施方式中,功率切换网络1030可以起到短路和/或过电流保护装置的作用。在这种情况下,当检测到故障时,与短路或者过电流负载相关联的电源开关1030a断开。

[0070] 功率切换网络1030可以使用,例如但不限于,固态继电器、机械继电器、晶体管、以及其他可控制的功率开关来实现。当然,逆变器1015将DC功率转换成请求的AC功率(例如,不同的电压电平、频率、波形等)以便按照来自系统控制器1035的每个电动机算法1022驱动各个AC机器(例如,AC电动机1010)。逆变器可以包括,例如但不限于,绝缘的栅极双极晶体管(IGBT)、金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)以及双极结型晶体管(BJT)。

[0071] 在又一其他实施方式中,系统1000可以基于负载优先级因素分配负载。换言之,如果,例如,由外部飞机系统1040(即,在系统1000以外)请求的负载的数量大于可以由模块100提供的,则系统1000可以通过负载优先级因素分配负载,较高优先级的负载在较低优先级的负载之前供电。如果飞机1040进行大的负载的请求,例如降低起落架,例如,则系统1000可以临时重新分配一些或者全部模块1015以供电起落架电动机。当起落架向下并锁定时,进而,系统1000可以重新分配模块1015至他们先前的负载(或者至现在现有的负载)。所以,例如,机舱风机可以临时停用以支持起落架并且然后当起落架降下时重新启动。

[0072] 在一些实施方式中,诸如当存在共同超过系统1000的额定功率的过多的低优先级负载时,系统1000可以以降低的设置供电一些或者全部负载。以这种方式,所有负载被供电,但是会以更低的转速或者容量操作。所以,例如,飞机机舱风机、照明以及娱乐系统可以超过系统1000额定值同时请求供电。因此,系统1000可以,例如,提供全功率至娱乐系统,但是稍微减少机舱风机速度和照明强度以减少总功率需要。

[0073] 如图12所示,本公开的实施方式还可以包括用于分配功率的方法1200。在一些实施方式中,方法1200可以包括接收1205来自交通工具的负载请求(例如,来自交通工具控制器1040的负载请求)。然后控制器可以确定1210请求的负载是在单个模块的额定功率以上还是以下。如果负载请求在单个模块的额定值以下,则控制器可以将负载分配1220a至单个模块。另一方面,如果负载大于单个模块可以供电的负载,则控制器可以将供电负载需要的模块的数量("X")并行1215在一起,并且然后将负载分配1220b至X个模块。然后控制器可以激活1225提供所需负载的模块。

[0074] 当交通工具不再需要功率供应(例如,起落架降下)时,交通工具可以请求1230断开负载并且控制器可以断开1235模块,或者多个模块。在一些实施方式中,系统还可以连续地或者周期性地检查1240当前系统需求并且根据需要重新分配模块。

[0075] ---实例1---

[0076] 在一个实例中,每个模块100可以具有10A的额定值。因此,在转换器300中存在十个模块100的情况下,转换器可以提供100A。如果飞机请求25A的负载以供电起落架的液压电动机,例如,系统300可以确定负载需要至少三个模块100,将三个模块100并行放置,并且然后将三个模块100分配至负载并且激活三个模块100。在起落架的操作期间,如果,例如,功率需求变化-例如,启动电动机需要的功率大于运行电动机的持续功率,系统300可以随着负载变化去除(或添加)模块100。

[0077] 相似地,如图13所示,本公开的实施方式还可以包括用于为多个负载分配功率的方法1300。在一些实施方式中,方法1300可以包括接收1305来自交通工具的至少两个负载请求。然后控制器可以确定1310负载请求是在单个模块的额定功率以上还是以下。如果负载请求在单个模块的额定值以下,则控制器可以将每个负载分配1320b至单个模块。另一方面,如果任意一个(或者两个)负载大于单个模块可以供电的负载,则控制器可以将两个或多个模块并行1315a、1315c在一起并且然后根据需要分配1320a、1320c至并行的模块。然后系统可以激活1325模块。在一些实施方式中,系统还可以连续地或者周期性地检查1340当前系统需求并且根据需要重新分配1320模块。当交通工具不再需要一个或两个负载的功率供应时,交通工具可以请求1330断开负载并且控制器可以断开1335那个负载的模块,或者多个模块。

[0078] ---实例2---

[0079] 在另一个实例中,如上所述,每个模块100可以再次具有10A额定值并且转换器300中的十个模块100总共具有100A容量。如果飞机请求第一15A的负载以供电起落架的液压电动机,例如,以及第二7.5A的负载以低速转动机舱风机,则系统300可以确定负载需要至少三个模块100。系统300可以将第一模块100和第二模块100并行放置。然后系统300可以将第一负载分配至第一模块100和第二模块100并且将第二负载分配至第三模块100。

[0080] 系统300可以再次连续地或间歇性地察看交通工具供电需求是否改变1340。起落架的操作期间,如果,例如,供电需求变化-例如,启动电动机需要的功率大于运行电动机的持续功率-和/或交通工具请求机舱风机高速旋转,则系统300可以根据负载变化将第一模块和第二模块分离1315c,将第二模块和第三模块配对并且将第一负载(起落架)分配1320c至第一模块100并且将第二负载(机舱风机)分配1320c至第二模块100和第三模块100。

[0081] 此外,本公开内容包括根据以下项的实施方式:

[0082] 项1.一种第一并行模块转换器模块,包括:逻辑处理器,确定第一脉冲宽度调制(PWM)频率和持续时间并且生成相应第一控制信号;电动机控制数字信号处理器(DSP),基于所述第一控制信号生成PWM信号;栅极驱动器,基于所述PWM信号激活逆变器以产生交流(AC)输出信号;以及模块通信总线,实现所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块之间的通信。

[0083] 项2.根据项1所述的模块,进一步包括,AC电磁干扰(EMI)滤波器,除去所述AC输出信号的噪声。

[0084] 项3.根据项1所述的模块,进一步包括:保护处理器,监测一个或多个第一并行模块转换器模块输入和一个或多个第一并行模块转换器模块输出,其中当检测到故障时,所述保护处理器禁用所述第一并行模块转换器模块。

[0085] 项4.根据项3所述的模块,其中,所述保护处理器与所述栅极驱动器通信以便当检

测到故障时禁用所述第一并行模块转换器模块。

[0086] 项5. 根据项3所述的模块, 所述保护处理器包括: 一个或多个温度传感器, 监测一个或多个栅极驱动器温度、逆变器温度和AC输出温度, 其中如果所述栅极驱动器温度、所述逆变器温度和所述AC输出温度中的一个或多个在预定温度以上, 则检测出故障。

[0087] 项6. 根据项3所述的模块, 所述保护处理器包括: 一个或多个直通传感器以检测一个或多个所述第一并行模块转换器模块输出上的直通电流, 其中如果一个或多个所述第一并行模块转换器模块输出上的所述直通电流在预定电流以上, 则检测出故障。

[0088] 项7. 一种并行模块转换器, 包括: 第一并行模块转换器模块, 提供第一交流 (AC) 输出信号并且连接至模块通信总线; 第二并行模块转换器模块, 提供第二AC输出信号并且连接至所述模块通信总线; 主逻辑控制器, 将第一负载分配至所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块中的一个或多个; 所述模块通信总线, 连接所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块; 以及主通信控制器, 连接至所述模块通信总线和所述主逻辑控制器以在所述主逻辑控制器与主通信控制器之间路由消息。

[0089] 项8. 根据项7所述的并行模块转换器, 其中, 所述主逻辑控制器将所述第一负载分配至所述第一并行模块转换器模块并且将第二负载分配至所述第二并行模块转换器模块。

[0090] 项9. 根据项7所述的并行模块转换器, 其中, 所述主逻辑控制器使用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块并行放置, 并且将所述第一负载分配至所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块。

[0091] 项10. 根据项7所述的并行模块转换器, 进一步包括: 第三并行模块转换器模块, 提供第三AC输出信号并且连接至所述模块通信总线, 其中所述主逻辑控制器使用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行模块转换器模块并行放置并且将所述第一负载分配至所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行模块转换器模块。

[0092] 项11. 根据项7所述的并行模块转换器, 进一步包括: 主保护控制器, 监测第一并行模块转换器模块的一个或多个输入和输出, 以及一个或多个第二并行模块转换器模块的一个或多个输入和输出, 其中, 所述当检测出故障时, 所述保护控制器禁用所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块、或者所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块两者。

[0093] 项12. 根据项11所述的并行模块转换器, 第一并行模块转换器模块的所述一个或多个输入和第二并行模块转换器模块的所述一个或多个输入包括一个或多个输入电压和输入电流。

[0094] 项13. 根据项11所述的并行模块转换器, 第一并行模块转换器模块的所述一个或多个输出和第二并行模块转换器模块的所述一个或多个输出包括一个或多个输出电压和输出电流。

[0095] 项14. 根据项7所述的并行模块转换器, 进一步包括: 主数据记录器, 记录一个或多个数据集; 以及数据存储介质, 存储所述一个或多个数据集。

[0096] 项15. 根据项14所述的并行模块转换器, 其中, 所述一个或多个数据集包括主逻辑控制器命令、主通信控制器消息、故障消息以及传感器读数中的一个或多个。

[0097] 项16. 根据项14所述的并行模块转换器, 进一步包括: 数据记录总线, 连接所述主

数据记录器和所述数据存储介质,其中数据记录通信是经由所述数据记录总线传送的,并且其中控制通信是经由所述模块通信总线传送的。

[0098] 项17.一种提供功率的方法包括:将第一并行模块转换器模块和第二并行模块转换器模块以及主逻辑控制器与并行模块转换器模块通信总线连接;利用主通信控制器路由所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和所述主逻辑控制器之间的通信;在所述主逻辑控制器处接收来自一个或多个飞机系统的一个或多个负载请求;并且利用所述主逻辑控制器将所述一个或多个负载请求分配至所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块或者两者,其中所述第一并行模块转换器模块提供第一交流电(AC)信号并且所述第二并行模块转换器模块提供第二AC信号。

[0099] 项18.根据项17所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收来自第一飞机系统的第一负载请求;利用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块并行放置;并且将所述第一负载请求分配至所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块。

[0100] 项19.根据项17所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收来自第一飞机系统的第一负载请求;利用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块、第二并行模块转换器模块和第三并行模块转换器模块并行放置;并且将所述第一负载请求分配至所述第一并行模块转换器模块、所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行转换器模块,其中所述第三并行模块转换器模块提供第三AC输出信号。项20.根据项17所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收来自所述一个或多个飞机系统的第一负载请求;利用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块并行放置;利用所述主逻辑控制器将所述第一负载请求分配至所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块;利用主保护并行模块转换器模块检测所述第一并行模块转换器模块中的故障;利用所述功率切换网络将所述第二并行模块转换器模块和第三并行模块转换器模块并行放置;利用所述主逻辑控制器将所述第一负载请求分配至所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行模块转换器模块;并且利用所述主保护控制器禁用所述第一并行模块转换器模块。

[0101] 项21.根据项17所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收来自所述一个或多个飞机系统的第一负载请求和第二负载请求;并且利用所述主逻辑控制器将所述第一负载请求分配至所述第一并行模块转换器模块并且将所述第二负载请求分配至所述第二并行模块转换器模块。

[0102] 项22.一种用于提供功率的方法包括:在主逻辑控制器处接收来自外部飞机系统的第一负载的请求;利用所述主逻辑控制器将所述第一负载分配至第一并行模块转换器模块;利用控制切换网络将第一电动机控制算法提供至所述第一并行模块转换器模块;并且利用功率切换网络的第一开关将所述第一并行模块转换器模块连接至所述第一负载。

[0103] 项23.根据项22所述的方法,进一步包括:利用功率切换网络将所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块并行放置;并且利用所述主逻辑控制器将所述第一负载分配至所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块。

[0104] 项24.根据项22所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收来自所述外部飞机系统的第二负载的请求;利用所述主逻辑控制器将所述第二负载分配至第二并行模

块转换器模块;利用控制切换网络将第二电动机控制算法提供至所述第二并行模块转换器模块;并且利用所述功率切换网络的第二开关将所述第二并行模块转换器模块连接至所述第二负载。

[0105] 项25.根据项24所述的方法,其中,所述第一电动机控制算法、所述第二电动机控制算法或者所述第一电动机控制算法和所述第二电动机控制算法两者包括磁场定向控制(FOC)算法。

[0106] 项26.根据项24所述的方法,其中,所述第一控制算法、所述第二控制算法或者所述第一控制算法和所述第二控制算法两者包括直接转矩控制(DTC)算法。

[0107] 项27.根据项24所述的方法,其中,所述第一控制算法、所述第二控制算法或者所述第一控制算法和所述第二控制算法两者包括电压/频率(V/F)算法。

[0108] 项28.一种用于提供功率的方法包括:在主逻辑控制器处接收来自外部飞机系统的第一负载的请求;在所述主逻辑控制器处接收来自第二外部飞机系统的第二负载的请求;利用功率切换网络将第一并行模块转换器模块和第二并行模块转换器模块并行放置;利用所述主逻辑控制器将所述第一负载分配至所述第一并行模块转换器模块和所述第二并行模块转换器模块;利用所述主逻辑控制器将所述第二负载分配至第三并行模块转换器模块;利用所述主逻辑控制器检测所述第二负载的增加和所述第一负载的减少;利用所述功率切换网络将所述第二并行模块转换器模块和第三并行模块转换器模块并行放置;并且利用所述主逻辑控制器将所述第二并行模块转换器模块重新分配至所述第二负载。

[0109] 项29.根据项28所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收断开所述第一负载的请求;并且利用所述功率切换网络将所述第一负载与所述第一并行模块转换器模块断开。

[0110] 项30.根据项28所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收断开所述第二负载的请求;并且利用所述功率切换网络将所述第二负载与所述第二并行模块转换器模块和所述第三并行模块转换器模块断开。

[0111] 项31.根据项28所述的方法,其中,所述第一负载和所述第二负载的请求包括第一负载类型和第二负载类型,其中分配所述第一负载进一步包括利用控制切换网络分配第一控制算法,并且其中分配所述第二负载进一步包括利用所述控制切换网络分配第二控制算法。

[0112] 项32.一种系统,包括:主逻辑控制器,接收来自交通工具控制器的第一负载请求和第二负载请求;控制切换网络,包括多个控制算法,与所述主逻辑控制器通信;多个逆变器,与所述控制切换网络通信,用于将一个或多个直流(DC)输入信号转换成一个或多个交流(AC)输出信号;以及功率切换网络,包括多个开关以便将所述多个逆变器连接至一个或多个电负载,其中所述控制器响应所述第一负载请求激活所述功率切换网络中的所述一个或多个开关的第一组以便将所述一个或多个逆变器的第一组连接至第一负载,并且其中所述控制器响应所述第二负载请求激活所述功率切换网络中的所述一个或多个开关的第二组以便将所述一个或多个逆变器的第二组连接至第二负载。

[0113] 项33.根据项32所述的系统,其中,所述控制切换网络将第一控制算法分配至所述一个或多个逆变器的所述第一组并且将第二控制算法分配至所述一个或多个逆变器的所述第二组。

[0114] 项34.一种提供功率的方法包括:在主逻辑控制器处从第一外部飞机系统接收供电第一负载的请求;利用所述主逻辑控制器确定提供至所述第一负载的功率;利用所述主逻辑控制器确定被激活以供电所述第一负载的第一多个并行模块转换器模块;利用控制切换网络确定用于所述第一多个并行模块转换器模块的第一控制算法的多个参数;指示功率切换网络将并行的所述第一多个并行模块转换器模块连接至所述第一负载;并且激活所述第一控制算法以将所述第一负载提供至所述外部飞机系统。

[0115] 项35.根据项34所述的方法,进一步包括:利用一个或多个温度传感器监测所述第一多个并行模块转换器模块的温度;并且如果所述第一并行模块转换器模块的温度超过预定值,则从所述第一多个并行模块转换器模块的第一并行模块转换器模块移去所述第一控制算法并且将其应用至第二并行模块转换器模块。

[0116] 项36.根据项34所述的方法,进一步包括:在所述主逻辑控制器处接收来自第二外部飞机系统的供电第二负载的请求;利用所述主逻辑控制器确定提供至所述第二负载的功率;利用所述主逻辑控制器确定被激活以供电所述第二负载的第二多个并行模块转换器模块;利用所述控制切换网络确定第二控制算法的多个参数;指示所述功率切换网络将并行的所述第二多个并行模块转换器模块与所述第二负载连接;并且激活所述第二控制算法以将所述第二负载提供至所述第二外部飞机系统。

[0117] 尽管以上公开了几个可能的实施方式,但本公开的实施方式不限于此。例如,尽管已公开了并行模块转换器部件的几个可能的配置,但可以在没有背离本公开的情况下选择其他合适的配置和部件。此外,用于本公开的实施方式的各个特征的位置和配置,例如,模块的数量,使用的电子设备的类型等可以根据特定的飞机或而改变或者应用由于,例如,飞机的尺寸或结构,或者重量或功率制约而需要轻微变化。这样的变化旨在包括在本公开的范围之内。

[0118] 特定配置、材料的选择以及各个元件的尺寸和形状可以根据特定设计规格或者根据本公开的原理构造的装置、系统或方法需要的限制而改变。这样的变化旨在包括在本公开的范围之内。因此,目前公开的实施方式无论从哪一点来看都考虑为说明性的而不是限制性的。由所附权利要求,而不是上文的描述指出本公开的范围,并且在其等同物的意义和范围以内的所有的变化旨在包括在其中。

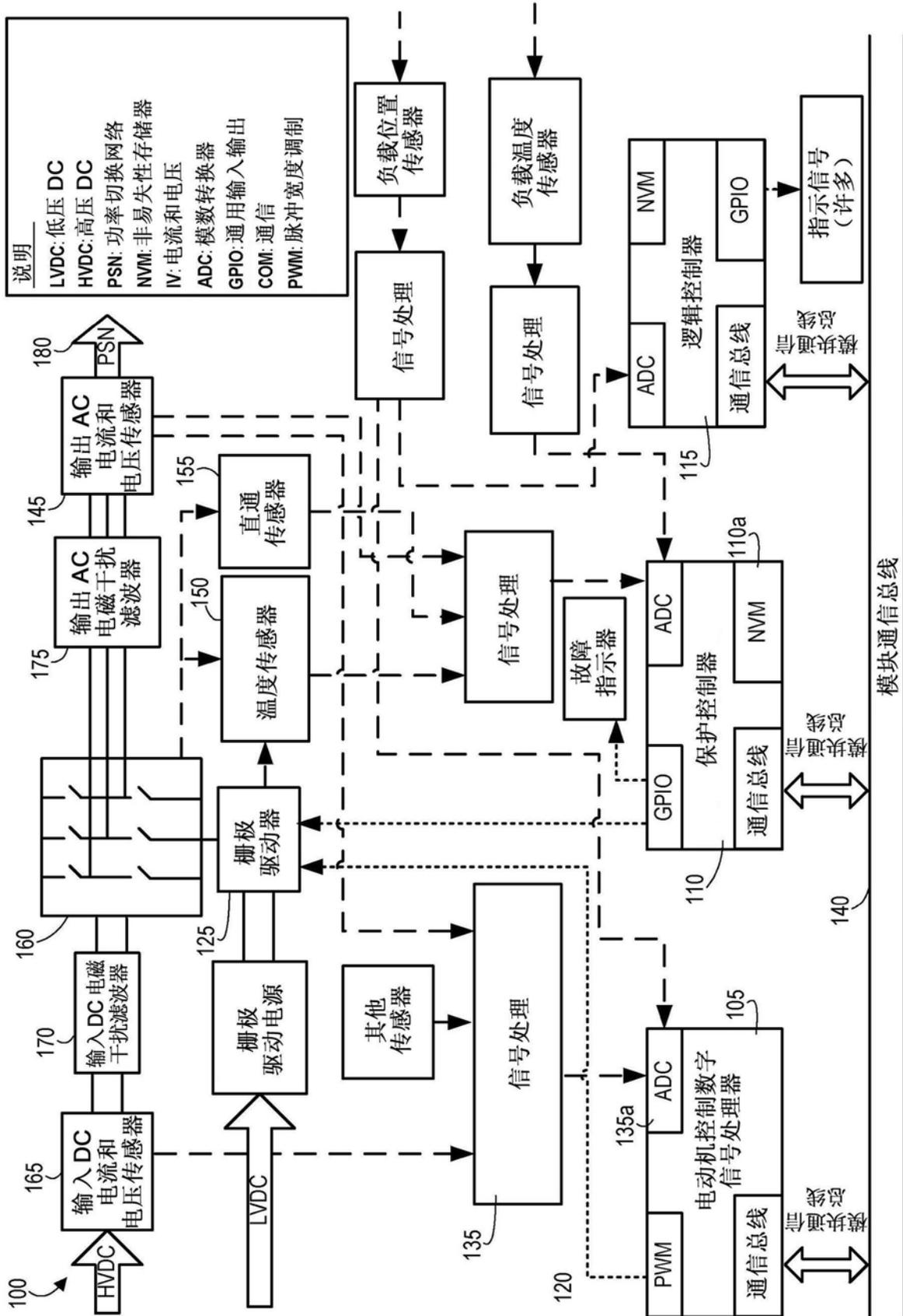


图1

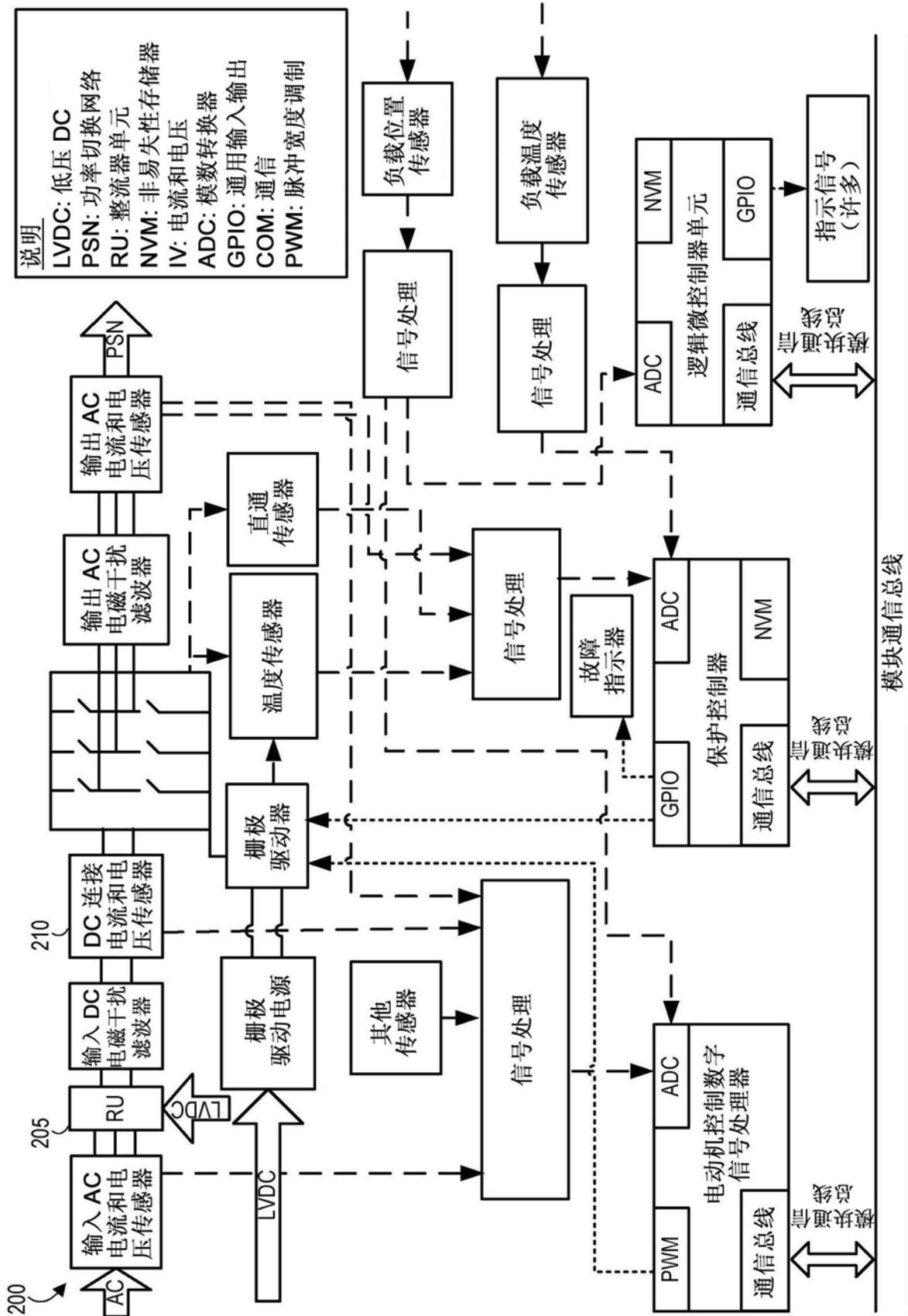


图2

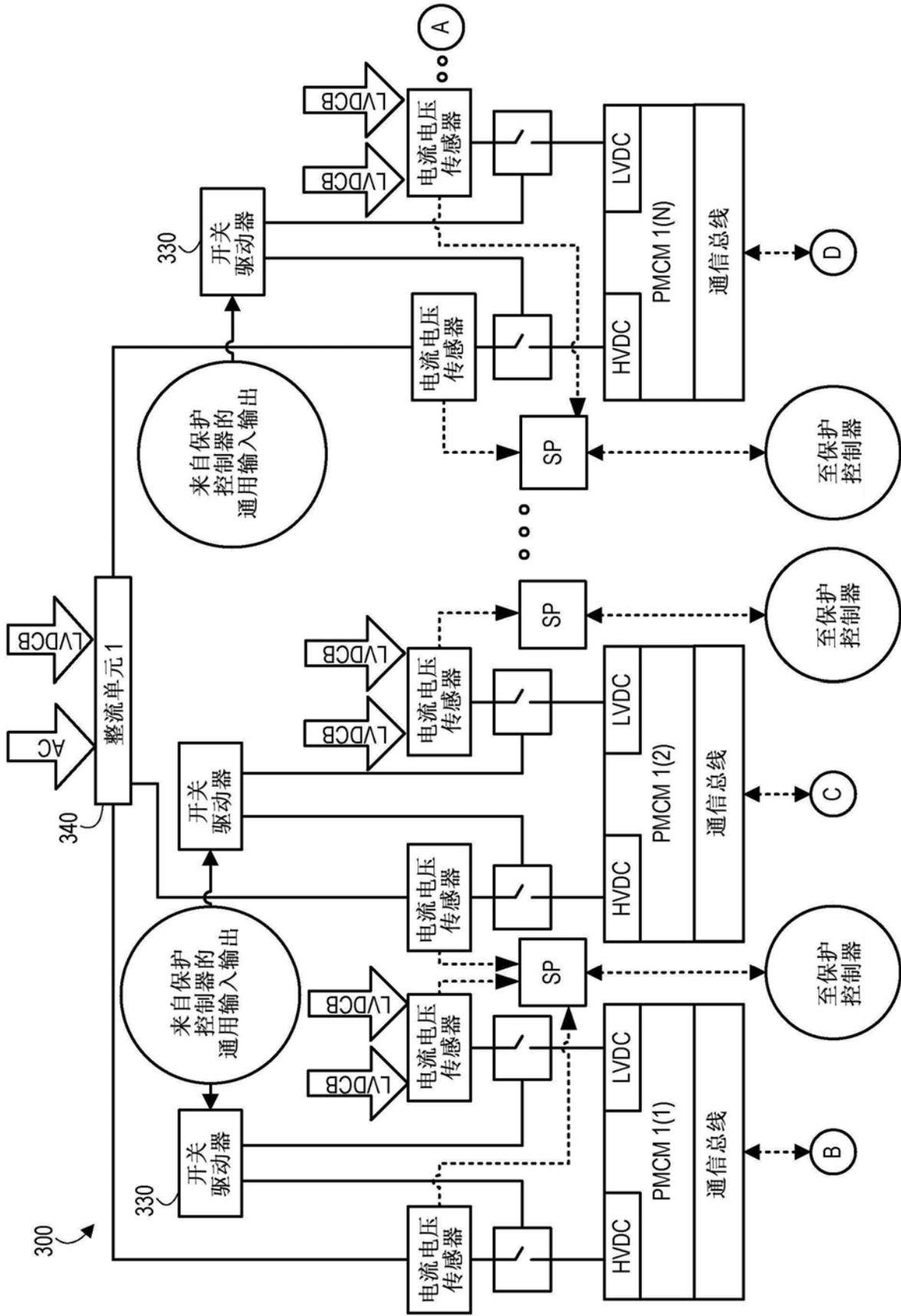


图3A

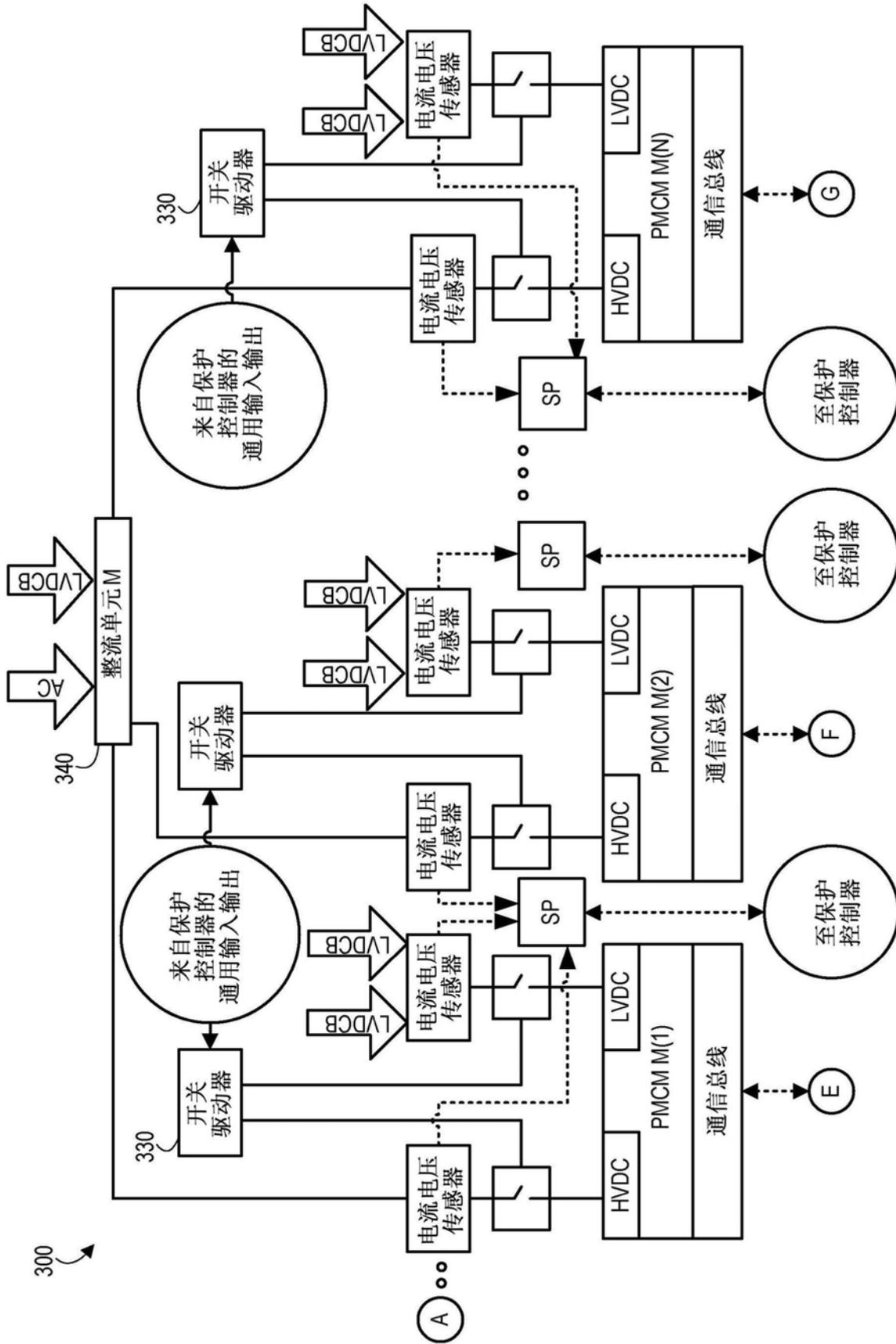


图3B

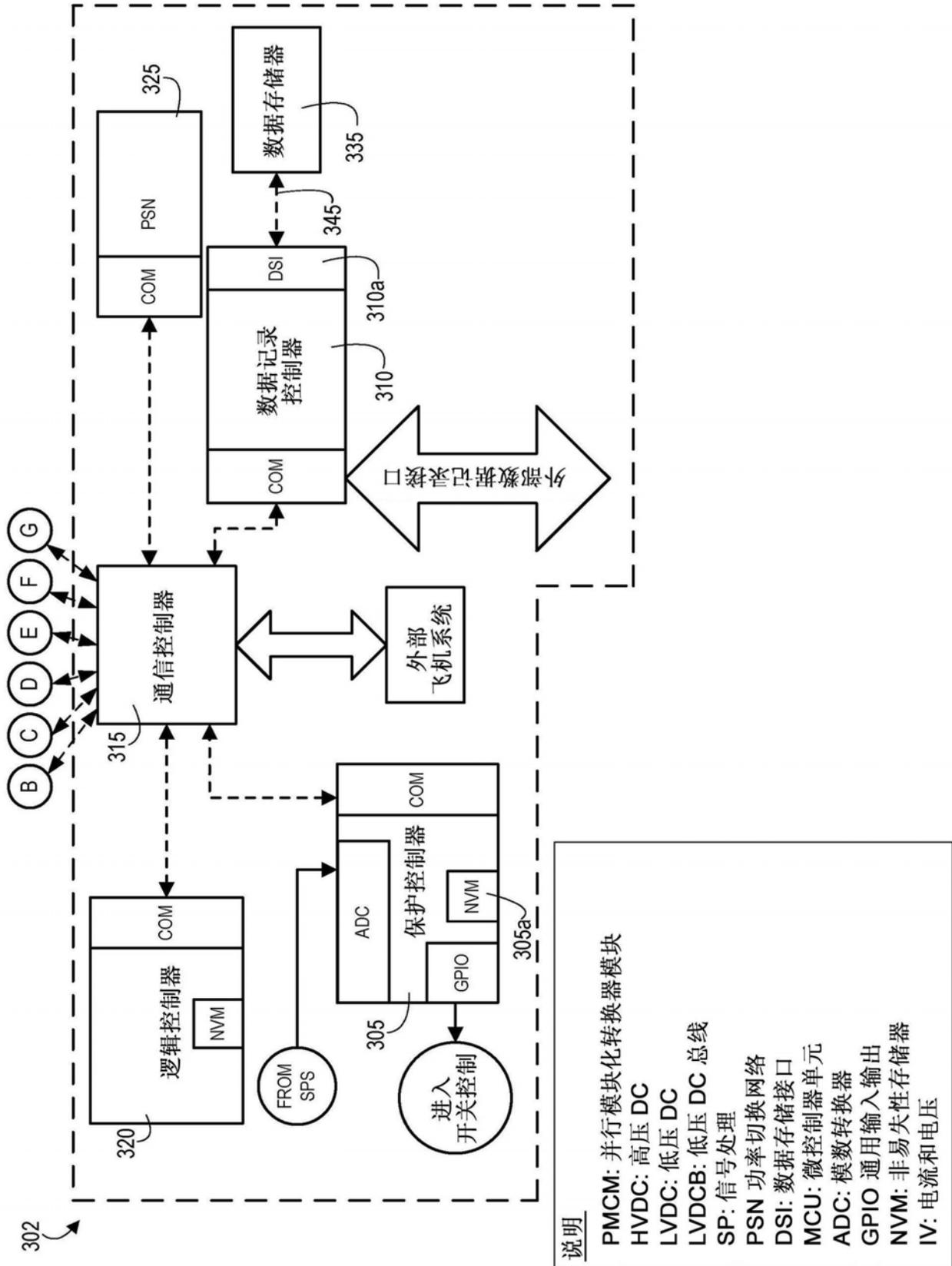


图30C

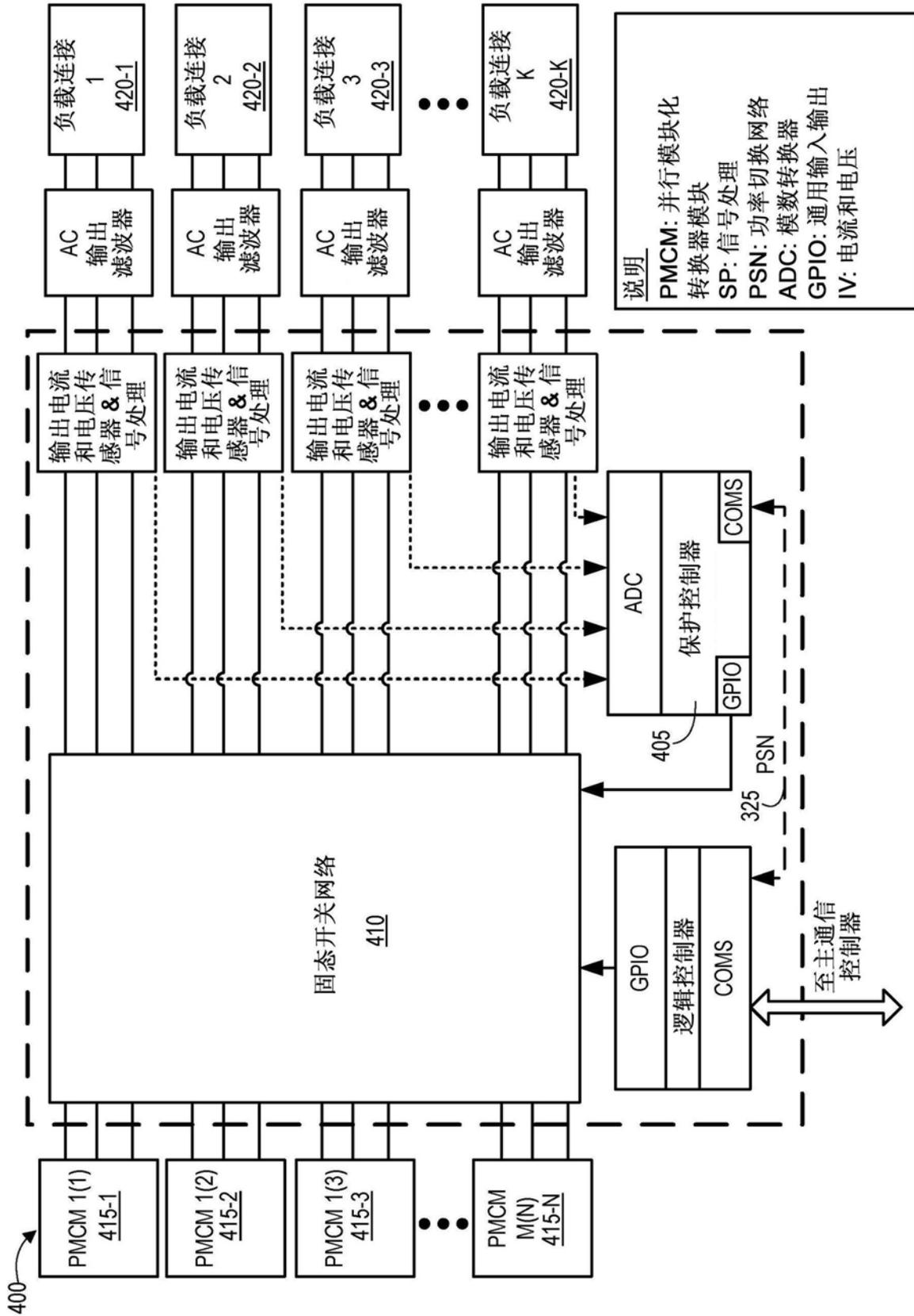


图4

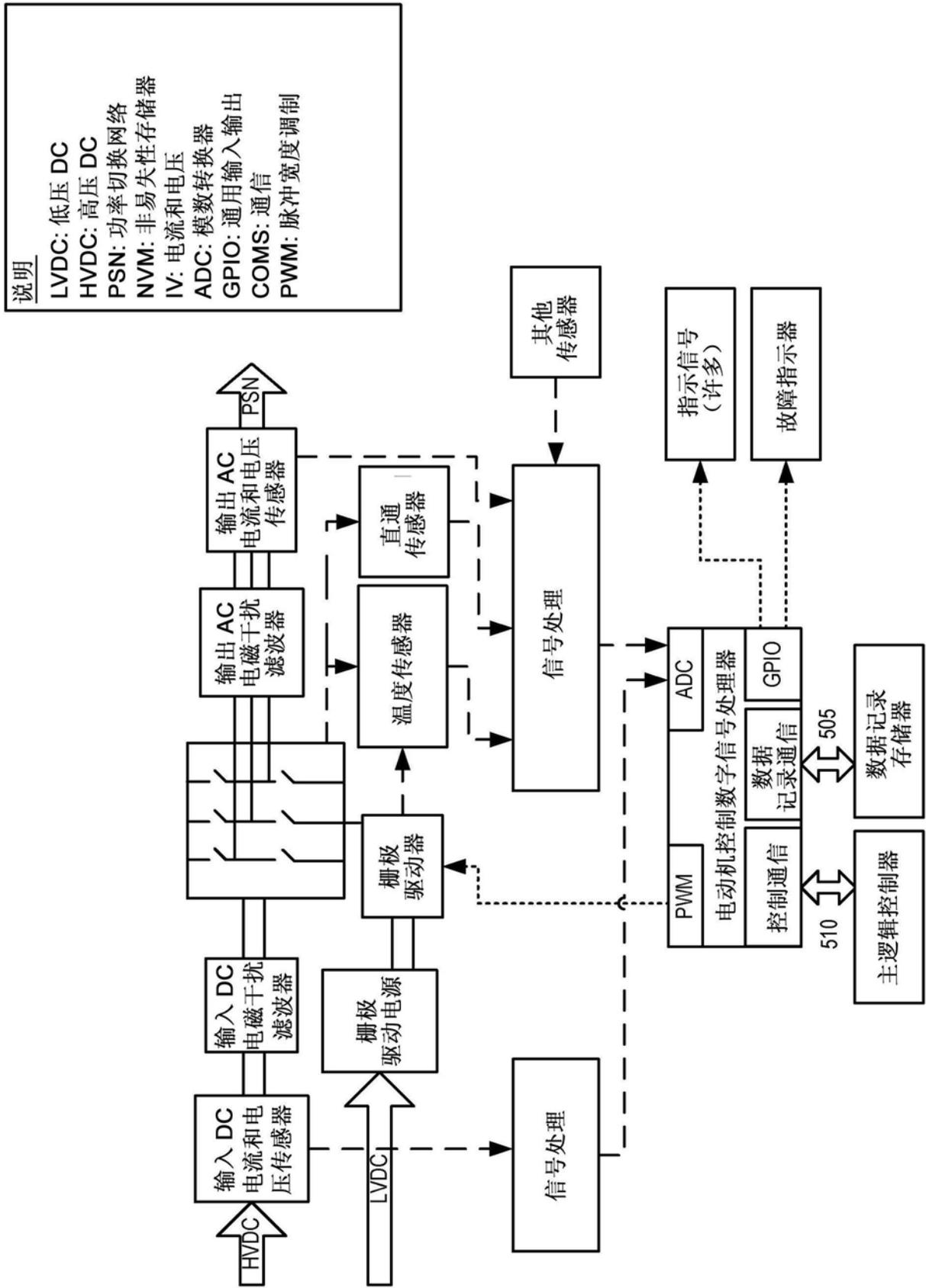


图5

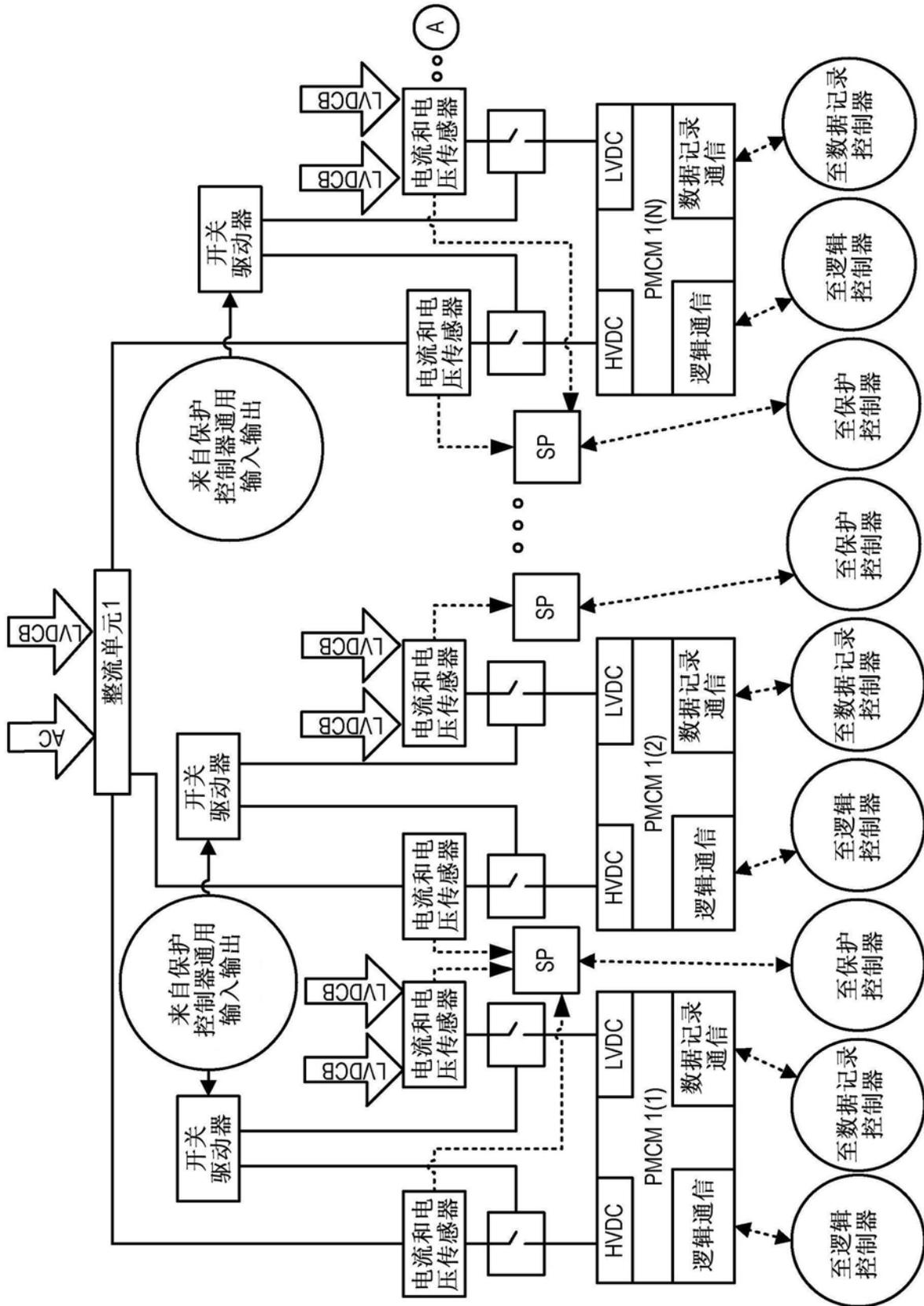


图6A

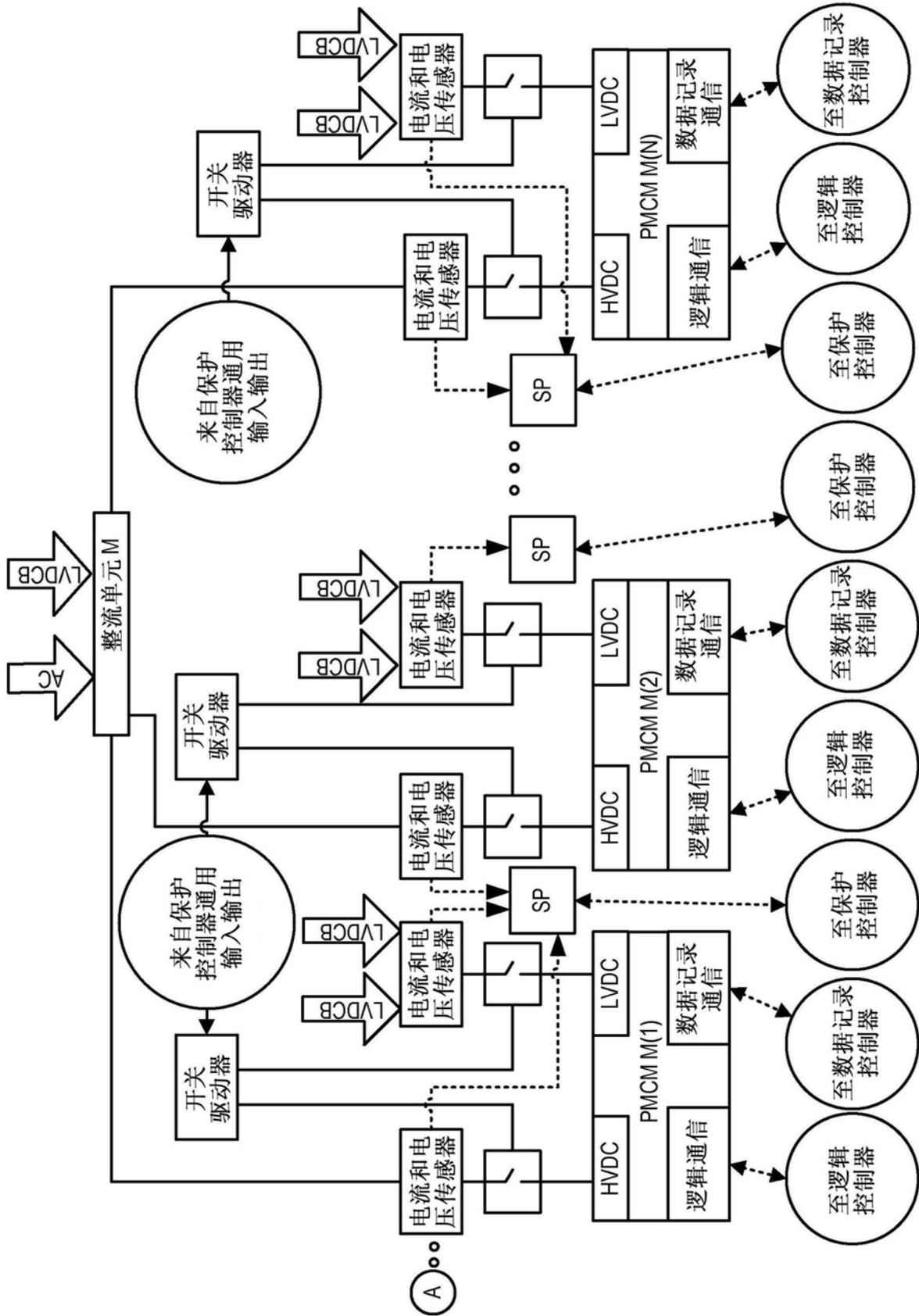
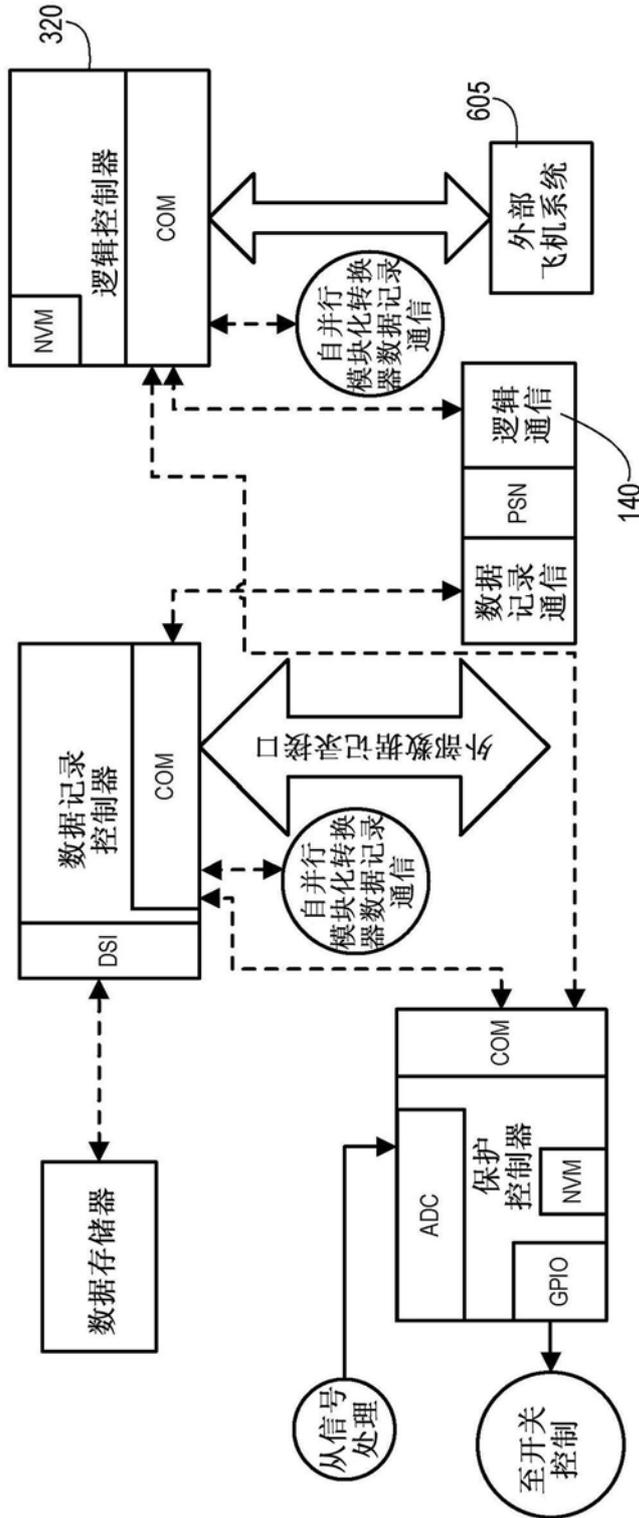


图6B



**说明**

PMCM: 并行模块化转换器模块  
 HVDC: 高压 DC  
 LVDC: 低压 DC  
 LVDCB: 电压 DC 总线  
 SP: 信号处理  
 PSN: 功率切换网络  
 DSI: 数据存储器接口  
 MCU: 微控制器单元  
 ADC: 模数转换器  
 GPIO: 通用输入输出  
 NVM: 非易失性存储器  
 IV: 电流和电压

图6C

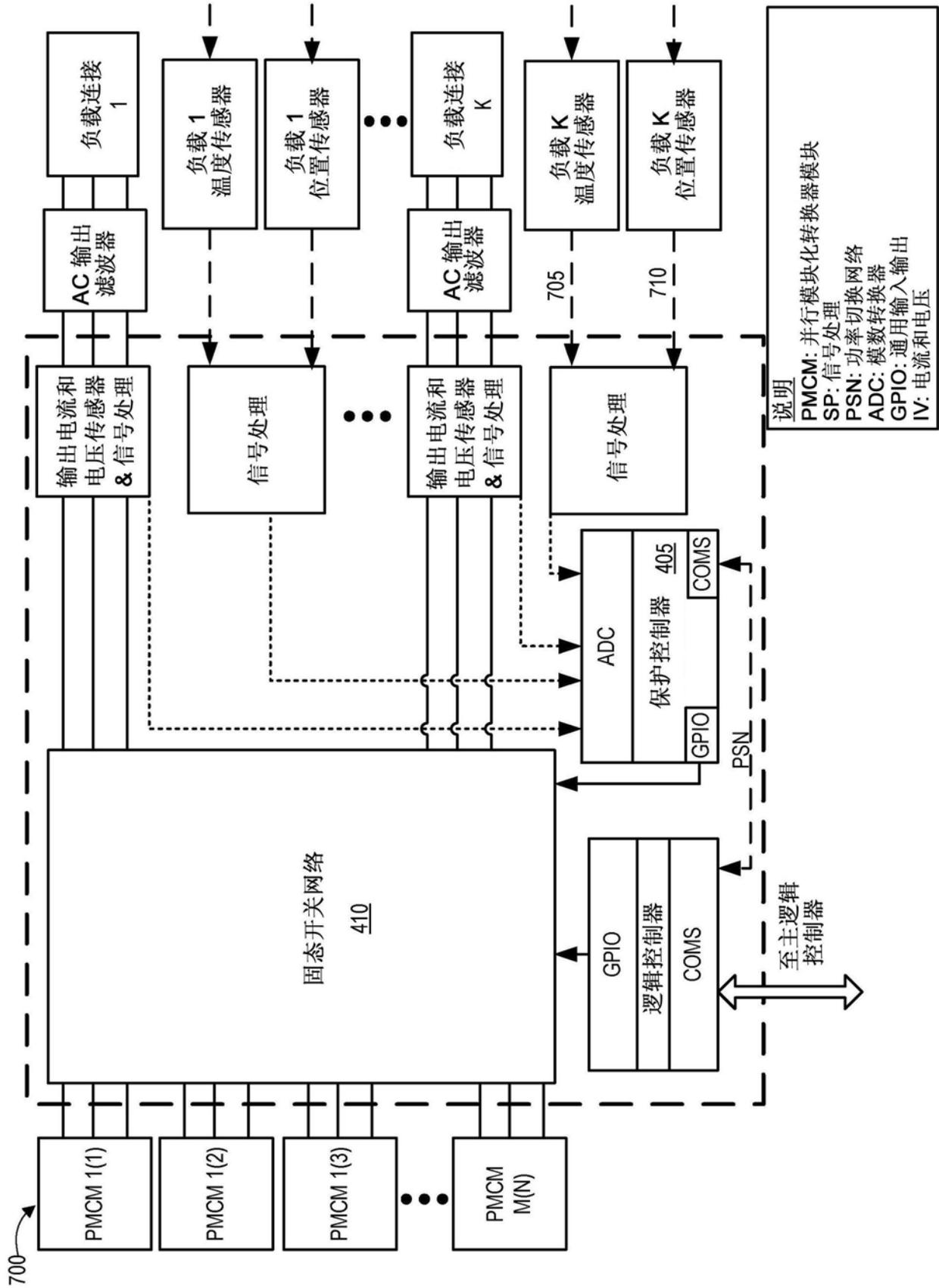


图7

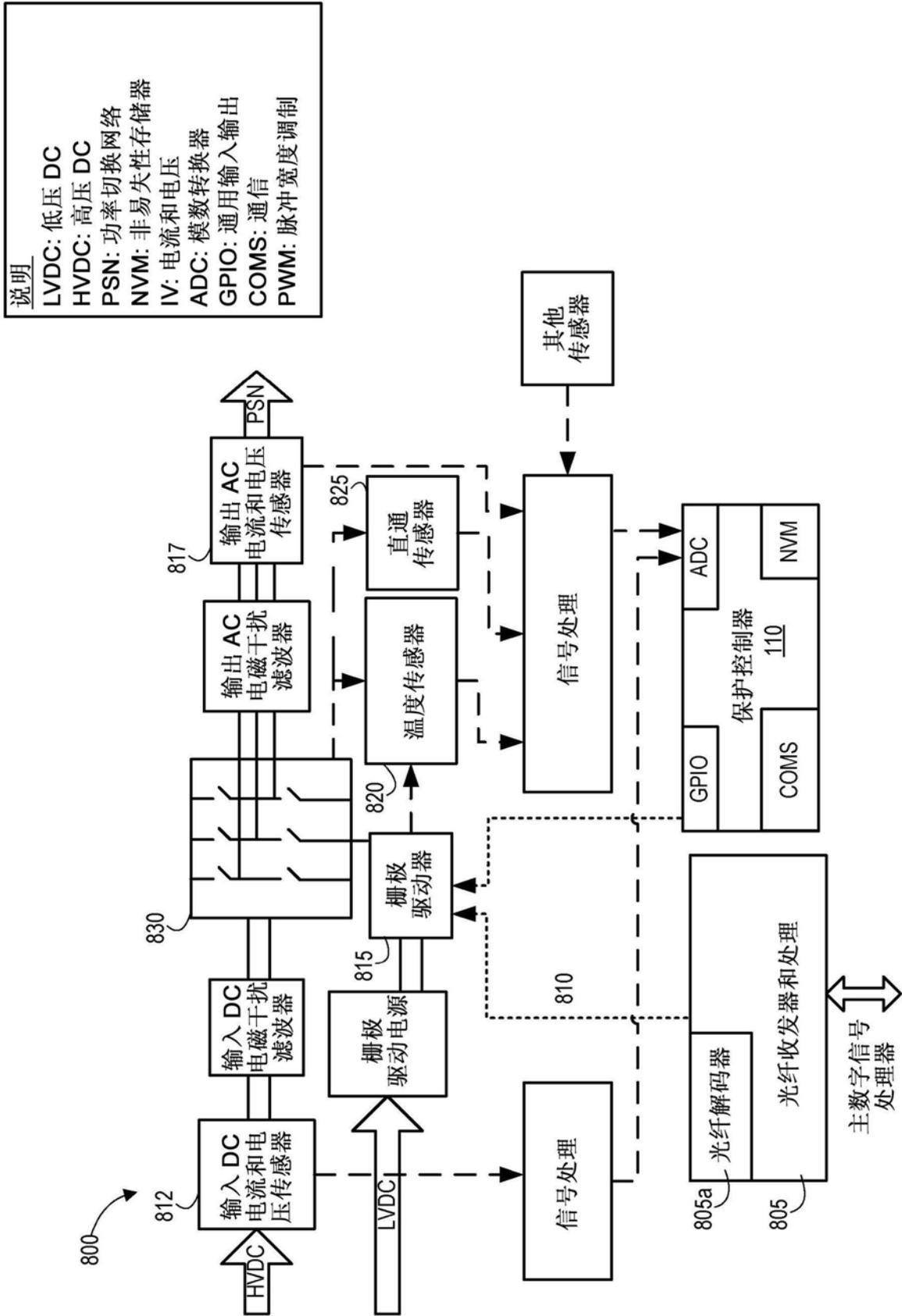


图8

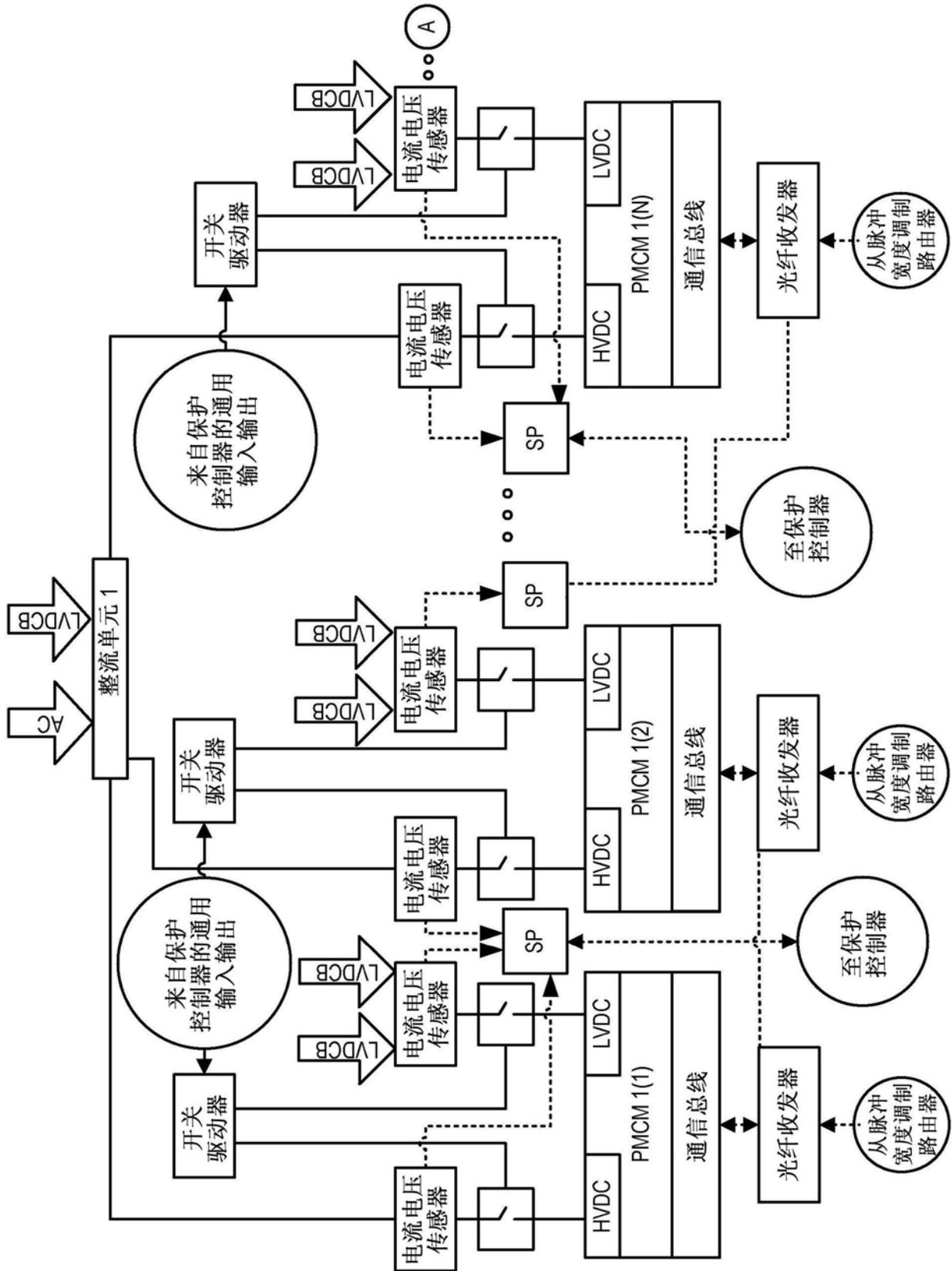


图9A

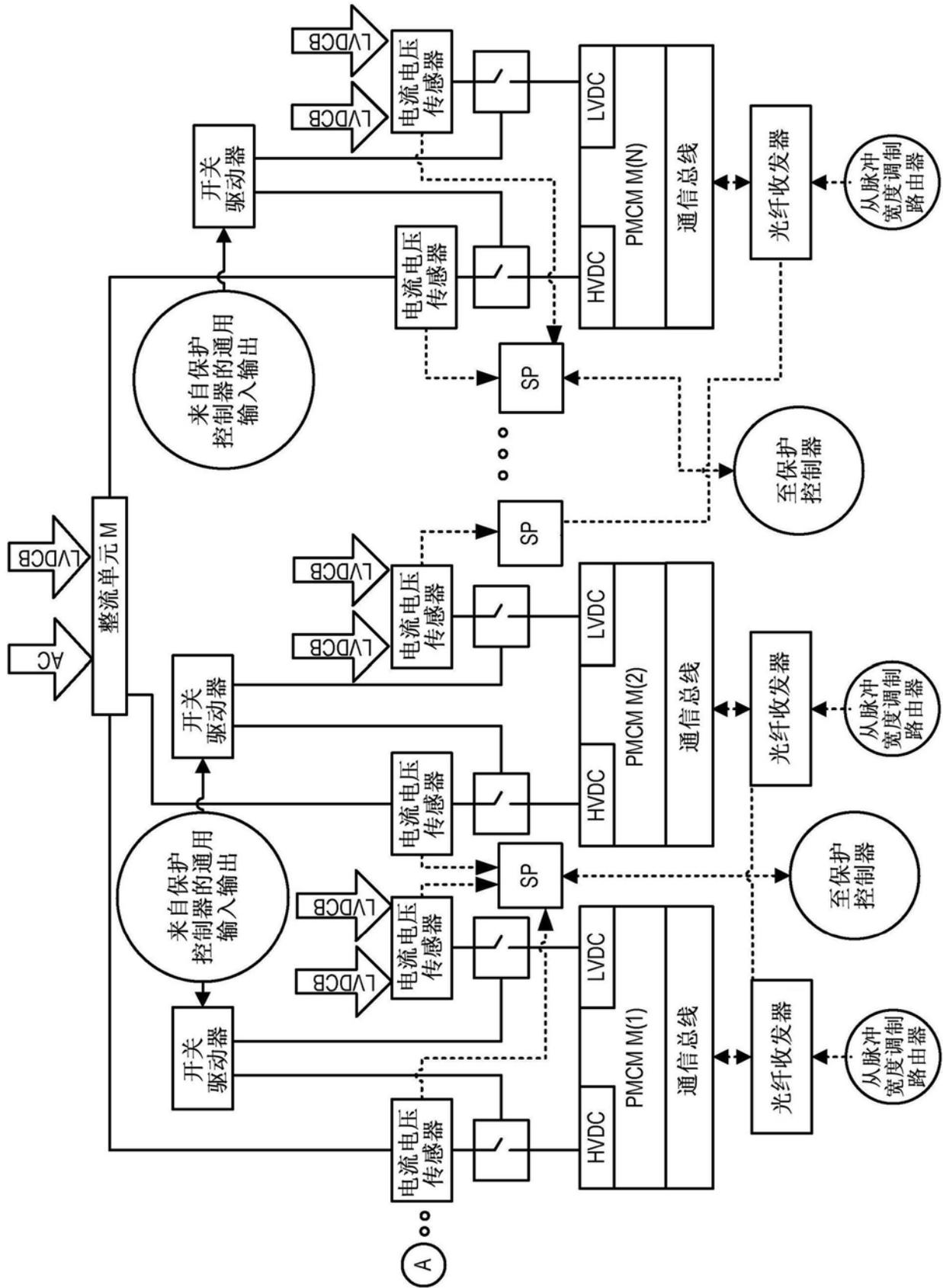


图9B

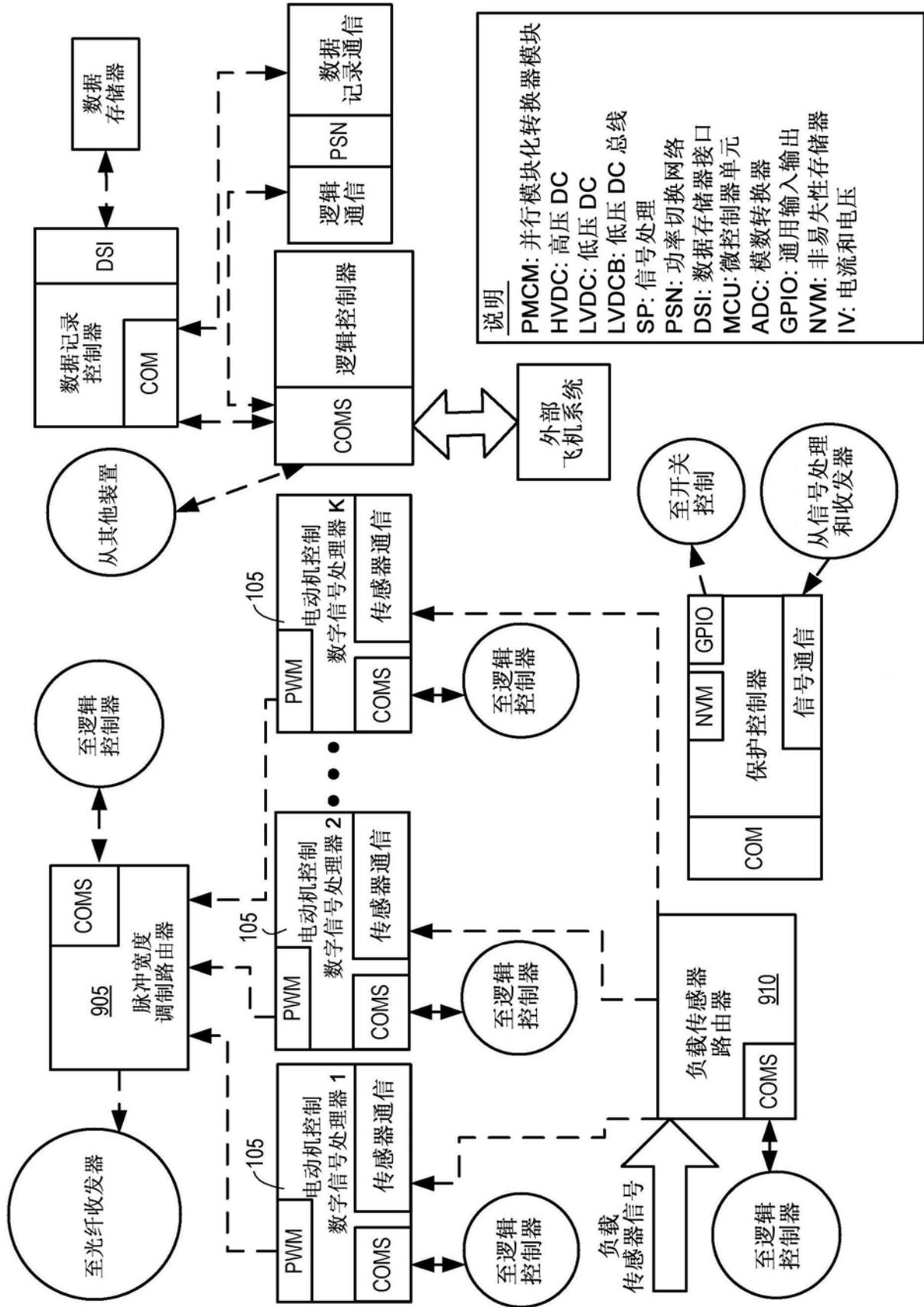
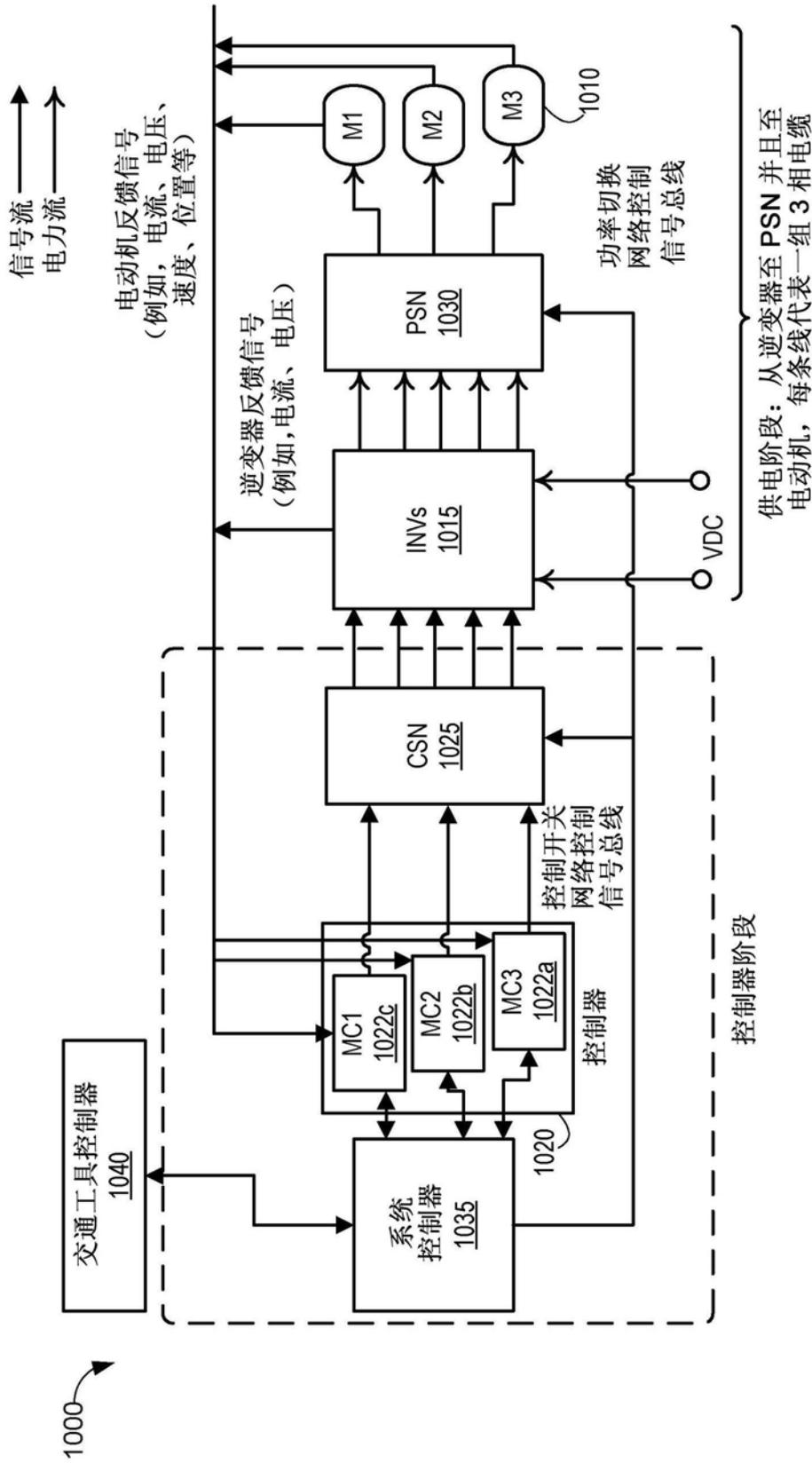
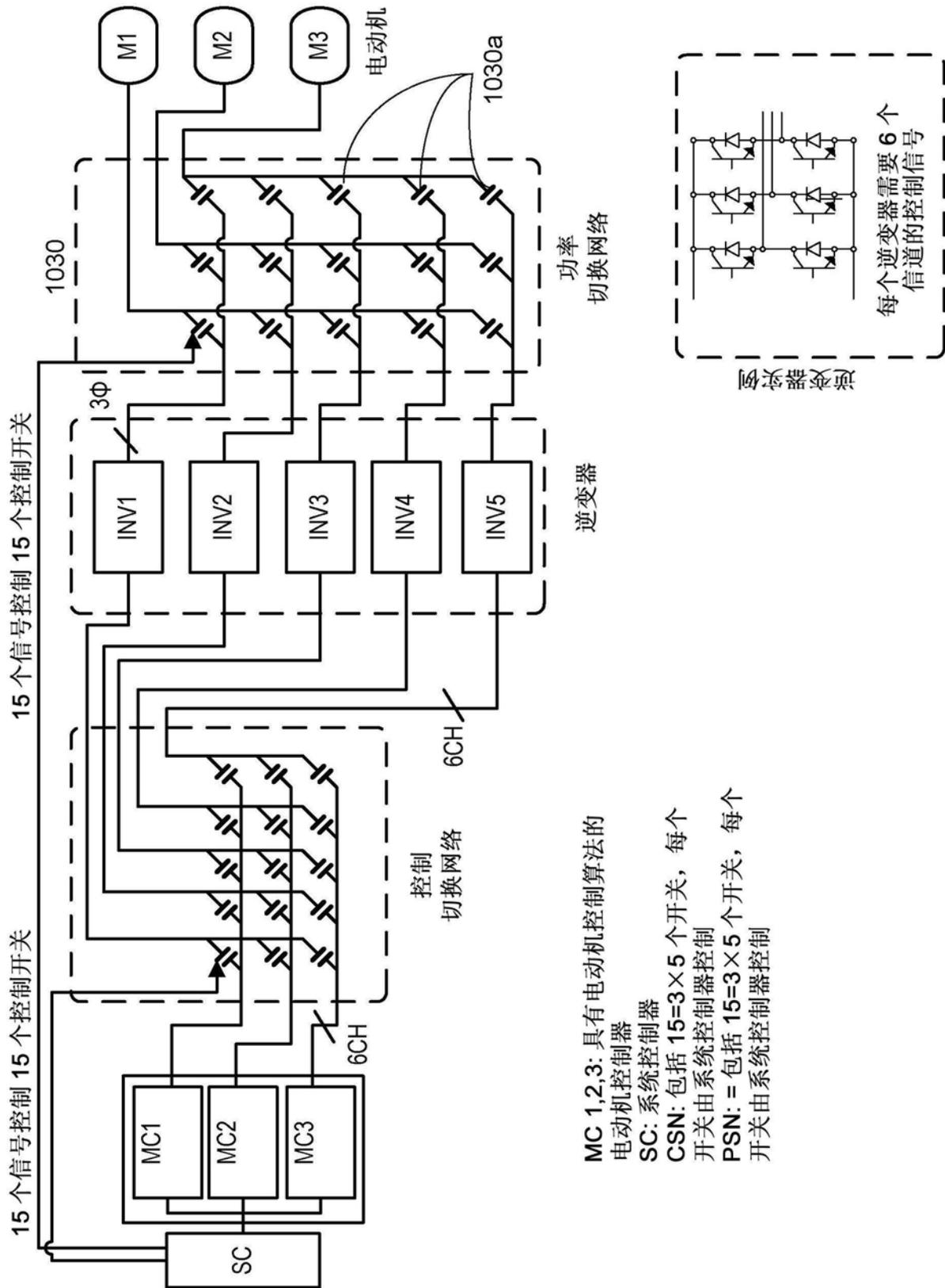


图9C



MC 1,2,3: 代表三个电动机控制算法  
 CNS: 控制开关网络  
 INVS: 逆变器模块  
 PSN: 功率切换网络  
 M 1,2,3: 代表三个电动机, 可以是各种类型的

图10



MC 1,2,3: 具有电动机控制算法的电动机控制器  
 SC: 系统控制器  
 CSN: 包括 15=3×5 个开关, 每个开关由系统控制器控制  
 PSN: = 包括 15=3×5 个开关, 每个开关由系统控制器控制

图11

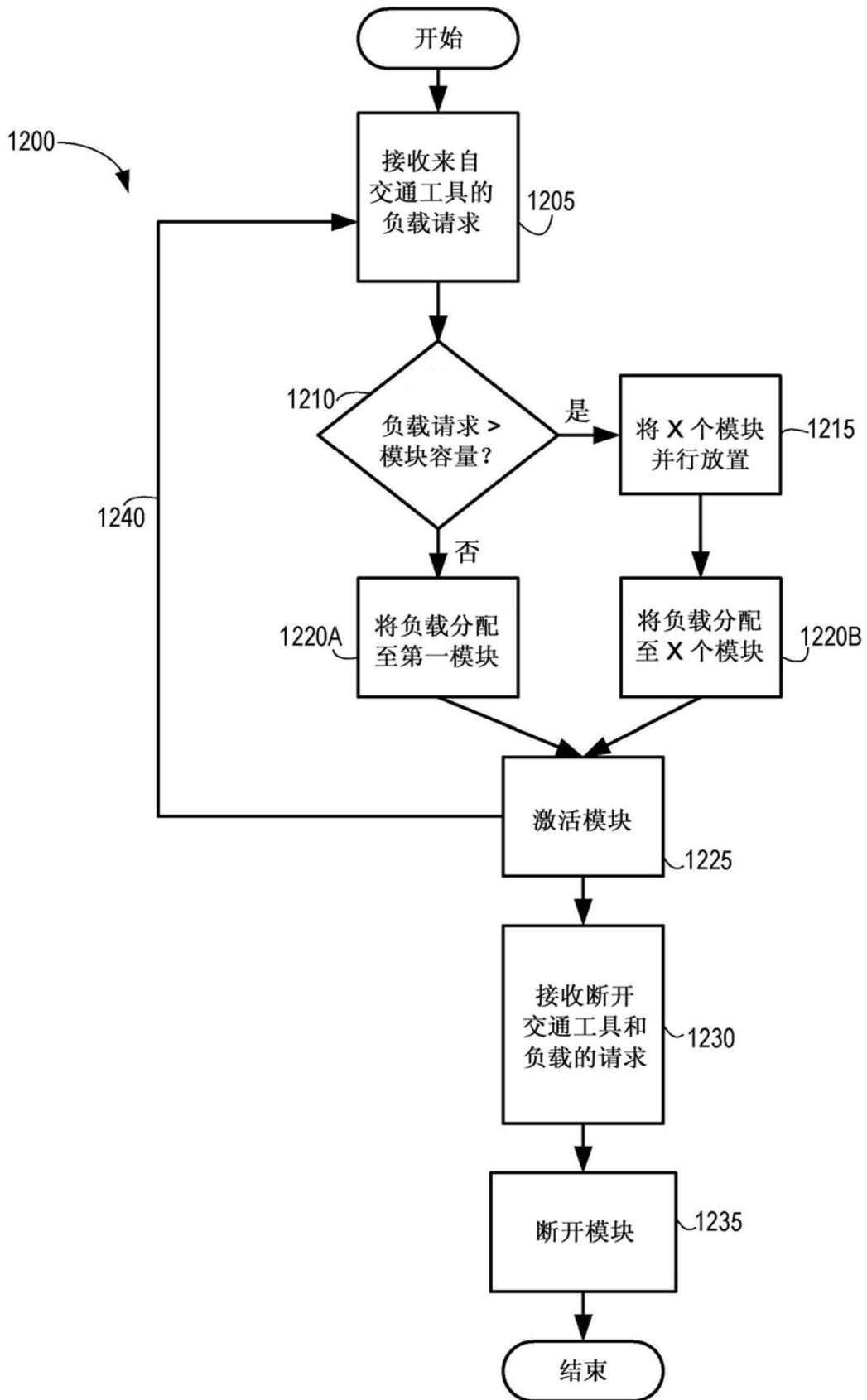


图12

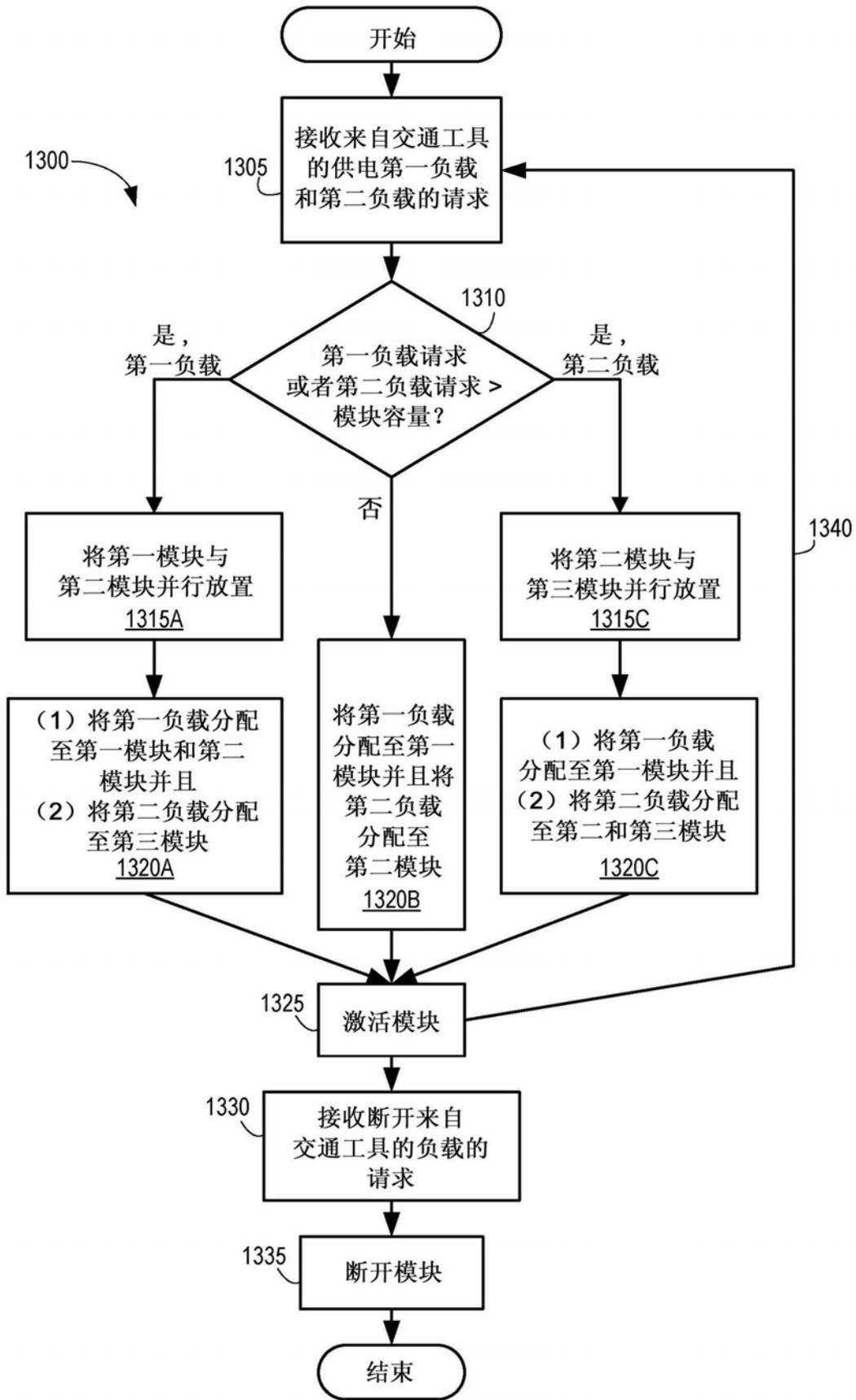


图13