



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106330010 B

(45)授权公告日 2019.06.18

(21)申请号 201610922071.6

(22)申请日 2016.10.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106330010 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(73)专利权人 北京精密机电控制设备研究所
地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号

(72)发明人 龙海峰 姜迪开 张巍 陈鹏
陈庆浩 王首浩

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 臧春喜

(51)Int.Cl.

H02P 5/74(2006.01)

H02P 29/028(2016.01)

(56)对比文件

CN 104410334 A,2015.03.11,摘要,说明书第0004-0084段,图1-6.

CN 102904504 A,2013.01.30,说明书第0005段至0066段,图1-5.

CN 104601345 A,2015.05.06,全文.

CN 104617819 A,2015.05.13,全文.

审查员 陈丽婷

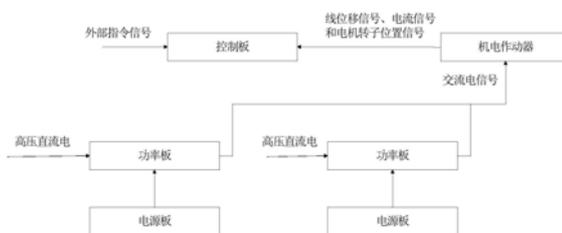
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种集成式多通道输出伺服控制驱动器

(57)摘要

一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,包括壳体、两块功率板、两块电源板和控制板;两块功率板、两块电源板和控制板安装在壳体内,功率板和电源板一一对应,每块电源板为对应的功率板供电,控制板输出脉宽调制信号给功率板,每块功率板根据接收到的脉宽调制信号对外部输入的高压直流电进行斩波处理,得到多组交流电信号,用于驱动多个机电作动器的伺服电机动作。该伺服控制驱动器能够同时驱动多台执行结构,与现有的“一驱一”或“一驱二”设计相比,有效降低了机电伺服系统安装空间,减小了产品质量,简化了系统电气连接。



1. 一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,其特征在於:包括壳体、两块功率板、两块电源板和控制板;两块功率板、两块电源板和控制板安装在壳体内,功率板和电源板一一对应,每块电源板为对应的功率板供电,控制板根据外部指令信号和机电作动器反馈的线位移信号、电机相电流信号和电机转子位置信号,得到脉宽调制信号输出给功率板,每块功率板根据接收到的脉宽调制信号对外部输入的高压直流电进行斩波处理,得到多组交流电信号,用于驱动多个伺服电机旋转,进而使多个机电作动器产生伸缩运动;

所述每块功率板包括多个大功率开关器件IPM、电流采样电路、光电隔离电路、吸收保护电路和母线电压采集电路,当N为偶数时,两块功率板均包括N/2个大功率开关器件IPM,当N为奇数时,其中一块功率板包括(N+1)/2个大功率开关器件IPM,另一块功率板包括(N-1)/2个大功率开关器件IPM;

光电隔离电路接收控制板输出的脉宽调制信号,并对接收的每组脉宽调制信号进行光电隔离处理,将处理后的一组脉宽调制信号输出给对应的大功率开关器件IPM;

吸收保护电路对外部输入的高压直流电进行滤波处理后输出给大功率开关器件IPM和母线电压采集电路;

每个大功率开关器件IPM根据光电隔离电路输出的一组脉宽调制信号对吸收保护电路输出的高压直流电进行斩波处理,输出一组交流电驱动伺服电机动作;

电流采样电路用于采集伺服电机的电流信号,输出给控制板的信号调理电路;

母线电压采集电路对吸收保护电路输出的高压直流电进行分压处理,将处理后的电压输出给电源板。

2. 根据权利要求1所述的一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,其特征在於:所述控制板包括DSP电路、CPLD逻辑控制电路、总线接口电路、信号调理电路、旋转变压器解码电路、电源变换电路以及保护控制电路;

信号调理电路采集机电作动器的线位移信号和伺服电机相电流信号,并将其转换为DSP电路能够接收的电压模拟信号输出给DSP电路;

旋转变压器解码电路采集伺服电机的电机转子位置信号,并将其转换为DSP电路能够接收的数字信号输出给DSP电路;

保护控制电路接收功率板输入的故障信号,输出给DSP电路;

总线接口电路接收外部输入的指令信号,进行转换后输出给DSP电路;

DSP电路采集信号调理电路输出的电压模拟信号和旋转变压器解码电路输出的数字信号,根据接收的指令信号、电压模拟信号和数字信号进行闭环运算,得到3N路脉宽调制信号,并输出给CPLD逻辑控制电路,N为通道数;DSP电路当接收到保护控制电路输入的故障信号时,停止向CPLD逻辑控制电路发送脉宽调制信号;

CPLD逻辑控制电路将3N路脉宽调制信号转换成带互补死区的6N路脉宽调制信号,6N路脉宽调制信号分成N组输送给功率板;

电源变换电路接收外部输入的电,将其转变为控制板上各电路所需的电,用于为控制板上各电路供电。

3. 根据权利要求2所述的一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,其特征在於:所述总线接口电路采用4Mbps通信速率的1553B总线实现。

4. 根据权利要求1所述的一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,其特征在於:所述电

源板包括EMI抑制器、多组功率驱动电源变换电路以及母线电压转换电路,功率驱动电源变换电路组数与对应功率板上的大功率开关器件IPM个数相同;

EMI抑制器接收外部输入的电源,进行滤波后输出给功率驱动电源变换电路;

每组功率驱动电源变换电路将外部输入的电源电压转换为四组独立的功率驱动电压输出给对应功率板上的一个大功率开关器件IPM;

母线电压转换电路接收对应功率板上母线电压采集电路输出的电压,将其转化为DSP电路能够接收的电压信号通过DSP电路输出给外部系统。

5.根据权利要求1所述的一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,其特征在于:所述壳体由上壳体和下壳体对接而成,其中上壳体和下壳体结构相同,高度不同,上壳体和下壳体的底部分别安装一块功率板,每块功率板螺接一块电源板;控制板通过减振垫固连在金属板上,再将金属板安装在高度高的壳体上部。

一种集成式多通道输出伺服控制驱动器

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,尤其涉及一种具有多路控制驱动输出能力、且具有一定故障诊断及切换功能的集成式伺服电机控制驱动器。

背景技术：

[0002] 随着现代科技的进步及国防现代化建设的快速推进,武器装备正朝着高、精、尖方向发展,而其对伺服产品也提出了更高的技术要求。机电伺服机构本身,具有“全数字化、批量生产性强、维护方便”等技术优点。而功率电子技术、控制技术以及稀土永磁材料等技术的成熟与进步,促进了机电伺服这一产业的飞速发展,现已经成为航天伺服技术的重要发展方向之一。如今,机电伺服的应用越来越广泛,以其“极佳的可靠性和实用性”折服了军、民多方用户单位。与此同时,用户对其集成度要求也越来越高。

[0003] 机电伺服系统一般由伺服控制驱动器、机电作动器(含伺服电机与传动机构)和伺服电池组成。伺服控制驱动器通过总线接收控制系统的摆角指令,同时采集机电作动器的线位移、电机相电流和电机转子位置,实现位置、电流和转速闭环控制,最终实现驱动机电作动器推动负载,达到伺服控制的目的。

[0004] 传统的多通道机电伺服系统采用多台智能单机的分布式控制形式,以四通道机电伺服系统为例,一般由一台伺服控制器、四台伺服驱动器和四台机电作动器组成,每台伺服驱动器驱动一台机电作动器,或由两台双通道伺服控制驱动器和四台机电作动器组成,每台伺服控制驱动器驱动两台机电作动器。以上组成方式的优点在于伺服控制器、伺服驱动器或伺服控制驱动器的功能单一,同种类产品之间可实现互换。但是其体积和重量相对较大,在一些体积和重量指标要求苛刻的应用场合,尤其是在航空航天飞行器执行机构上的应用受到极大的限制。

发明内容：

[0005] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,能够同时驱动多台机电作动器,从而有效降低安装空间,减小产品质量,简化系统电气连接,节约生产成本。

[0006] 本发明的技术解决方案是:一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,包括壳体、两块功率板、两块电源板和控制板;两块功率板、两块电源板和控制板安装在壳体内,功率板和电源板一一对应,每块电源板为对应的功率板供电,控制板根据外部指令信号和机电作动器反馈的线位移信号、电机相电流信号和电机转子位置信号,得到脉宽调制信号输出给功率板,每块功率板根据接收到的脉宽调制信号对外部输入的高压直流电进行斩波处理,得到多组交流电信号,用于驱动多个伺服电机旋转,进而使多个机电作动器产生伸缩运动;

[0007] 所述每块功率板包括多个大功率开关器件IPM、电流采样电路、光电隔离电路、吸收保护电路和母线电压采集电路,当N为偶数时,两块功率板均包括N/2个大功率开关器件IPM,当N为奇数时,其中一块功率板包括(N+1)/2个大功率开关器件IPM,另一块功率板包括

(N-1)/2个大功率开关器件IPM;

[0008] 光电隔离电路接收控制板输出的脉宽调制信号,并对接收的每组脉宽调制信号进行光电隔离处理,将处理后的一组脉宽调制信号输出给一个大功率开关器件IPM;

[0009] 吸收保护电路对外部输入的高压直流电进行滤波处理后输出给大功率开关器件IPM和母线电压采集电路;

[0010] 每个大功率开关器件IPM根据光电隔离电路输出的一组脉宽调制信号对吸收保护电路输出的高压直流电进行斩波处理,输出一组交流电驱动伺服电机动作;

[0011] 电流采样电路用于采集伺服电机的电流信号,输出给控制板的信号调理电路;

[0012] 母线电压采集电路对吸收保护电路输出的高压直流电进行分压处理,将处理后的电压输出给电源板。

[0013] 所述控制板包括DSP电路、CPLD逻辑控制电路、总线接口电路、信号调理电路、旋转变压器解码电路、电源变换电路以及保护控制电路;

[0014] 信号调理电路采集机电作动器的线位移信号和伺服电机相电流信号,并将其转换为DSP电路能够接收的电压模拟信号输出给DSP电路;

[0015] 旋转变压器解码电路采集伺服电机的电机转子位置信号,并将其转换为DSP电路能够接收的数字信号输出给DSP电路;

[0016] 保护控制电路接收功率板输入的故障信号,输出给DSP电路;

[0017] 总线接口电路接收外部输入的指令信号,进行转换后输出给DSP电路;

[0018] DSP电路分别采集信号调理电路和旋转变压器解码电路输出的电压模拟信号和数字信号,根据接收的指令信号、电压模拟信号和数字信号进行闭环运算,得到3N路脉宽调制信号,并输出给CPLD逻辑控制电路,N为通道数;DSP电路当接收到保护控制电路输入的故障信号时,停止向CPLD逻辑控制电路发送脉宽调制信号;

[0019] CPLD逻辑控制电路将3N路脉宽调制信号转换成带互补死区的6N路脉宽调制信号,6N路脉宽调制信号分成N组输送给功率板;

[0020] 电源变换电路接收外部输入的电,将其转变为控制板上各电路所需的电,用于为控制板上各电路供电。

[0021] 所述总线接口电路采用4Mbps通信速率的1553B总线实现。

[0022] 所述电源板包括EMI抑制器、多组功率驱动电源变换电路以及母线电压转换电路,功率驱动电源变换电路组数与对应功率板上的大功率开关器件IPM个数相同;

[0023] EMI抑制器接收外部输入的电,进行滤波后输出给功率驱动电源变换电路;

[0024] 每组功率驱动电源变换电路将外部输入的电电压转换为四组独立的功率驱动电压输出给对应功率板上的一个大功率开关器件IPM;

[0025] 母线电压转换电路接收对应功率板上母线电压采集电路输出的电压,将其转化为DSP电路能够接收的电压信号通过DSP电路输出给外部系统。

[0026] 所述壳体由上壳体和下壳体对接而成,其中上壳体和下壳体结构相同,高度不同,上壳体和下壳体的底部分别安装一块功率板,每块功率板螺接一块电源板;控制板通过减振垫固连在金属板上,再将金属板安装在高度高的壳体上部。

[0027] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0028] (1) 与传统的伺服控制驱动器相比,本发明实现了电子设备高度集成,使机电伺服

系统的电子设备单机数量达到最简化。按照传统的使用模式,若要实现同等的功能和性能,“一驱一”方案需5台电子设备(控制器和驱动器),“一驱二”方案也需2台电子设备,而采取本发明的方案,伺服系统仅需1台电子设备单机,有效减小了电子设备单机的安装空间,减轻了电子设备单机的总重量。

[0029] (2) 本发明控制板采用DSP+CPLD控制框架,以四通道为例,DSP负责将12路独立的PWM控制信号输出给CPLD,CPLD负责时序逻辑控制,并将DSP的12路PWM控制信号转换成带互补死区的24路(12组桥臂)PWM输出信号,24路PWM信号分4组输送给2块功率板,控制4个IPM的开关,实现对4台机电作动器的同步控制,提高了控制的可靠性。

[0030] (3) 本发明电源板的功率驱动电源变换电路为集成式二次电源变换,能够将外部电压转化成四组独立且相等的电压输出,显著降低伺服控制驱动器的体积和成本。

[0031] (4) 本发明非对称壳体对接方式,方便装配和调试,其中,三块板(AP1~AP3)安装于底部一侧,另两块板安装于顶部一侧;以四通道为例,4个IPM分别贴壁安装在壳体底部和顶部,便于散热。同时相对于各个板串联安装的方式,本发明上下壳体分别安装的形式使得结构强度明显提高,与传统方式相比,内部的板级振动放大明显降低,有效提高了产品的环境适应性。

附图说明:

[0032] 图1为本发明控制驱动器示意图;

[0033] 图2为本发明控制驱动器安装示意图;

[0034] 图3为控制板组成示意图;

[0035] 图4为CPLD将DSP输出的单路PWM信号进行逻辑变换原理图;

[0036] 图5为功率板组成示意图;

[0037] 图6为电源板组成示意图;

[0038] 图7为电源板的功率驱动电源示意图;

[0039] 图8为伺服控制驱动器余度控制示意图。

具体实施方式:

[0040] 本发明提出一种集成式多通道输出伺服控制驱动器,该伺服控制驱动器能够同时驱动多台机电作动器,与现有的“一驱一”或“一驱二”设计相比,降低了机电伺服系统安装空间,减小了产品质量,简化了系统电气连接。

[0041] 本发明的集成式多通道输出伺服控制驱动器,如图1所示,包括壳体、两块功率板、两块电源板和控制板;两块功率板、两块电源板和控制板安装在壳体内,功率板和电源板一一对应,每块电源板为对应的功率板供电,控制板根据外部指令信号和机电作动器伺服电机反馈的线位移信号、电机相电流信号和电机转子位置信号,得到脉宽调制信号输出给功率板,每块功率板根据接收到的脉宽调制信号对外部输入的高压直流电进行斩波处理,得到多组交流电信号,用于驱动多个机电作动器的伺服电机动作。

[0042] 本发明的集成式多通道控制驱动器,内部采用层式结构,由AP1板、AP2板、AP3板、AP4板、AP5板和壳体组成。AP3板为控制板,AP2板和AP4板为功率电源板,AP1板和AP5板为功率驱动板。功率板、电源板和控制板可以按照常规方式串联安装在壳体内,但是为了安装、

测试便捷,散热有效,本发明将壳体设计为上下两部分,如图2所示,上壳体和下壳体结构相同,高度不同,在上壳体和下壳体的底部分别安装一块功率板,每块功率板螺接一块电源板。控制板采用金属骨架支撑结构,通过减振垫固连在金属板上,再将金属板安装在高度高的壳体上部,图2所示显示的为下壳体高度高,所以控制板安装在下壳体上部。

[0043] 如图3所示,控制板包括DSP电路、CPLD逻辑控制电路、总线接口电路、信号调理电路、旋转变压器解码电路、电源变换电路以及保护控制电路。

[0044] 信号调理电路采集伺服电机的线位移信号和电流信号,并将其转换为DSP电路能够接收的电压信号输出给DSP电路。

[0045] 旋转变压器解码电路采集机电作动器伺服电机的电机转子位置信号,并将其转换为DSP电路能够接收的数字信号输出给DSP电路。

[0046] 保护控制电路接收功率板输入的故障信号,输出给DSP电路。

[0047] 总线接口电路接收外部输入的指令信号,进行转换后输出给DSP电路。总线接口电路采用4Mbps通信速率的1553B总线实现。

[0048] DSP电路分别采集信号调理电路和旋转变压器解码电路输出的电压信号和数字信号,根据接收的指令信号、电压信号和数字信号进行闭环运算,得到3N路脉宽调制信号,并输出给CPLD逻辑控制电路,N为通道数;DSP电路当接收到保护控制电路输入的故障信号时,停止向CPLD逻辑控制电路发送脉宽调制信号。

[0049] CPLD接收DSP的3N路独立脉宽调制信号,并负责时序逻辑控制,将DSP的3N路脉宽调制信号转换成带互补死区的6N路(3N组桥臂)PWM输出信号,6N路PWM信号分N组输送给2块功率板,控制N个IPM的开关,实现N台伺服电机的同步控制。CPLD将DSP输出的单路PWM信号进行逻辑变换原理图如图4所示。

[0050] 电源变换电路接收外部输入的电源,将其转变为控制板上各电路所需的电源,用于为控制板上各电路供电。

[0051] 以 $N=4$ 为例,控制板选用DSP+CPLD控制框架,DSP负责将12路独立的PWM控制信号输出给CPLD,CPLD负责时序逻辑控制,并将DSP的12路PWM控制信号转换成带互补死区的24路(12组桥臂)PWM输出信号,24路PWM信号分4组输送给2块功率板,进而控制4个IPM的开关。DSP采用主频高达150MHz的高速处理器,同步实现对4台机电作动器的快速实时闭环控制。

[0052] 如图5所示,每块功率板包括多个大功率开关器件IPM、电流采样电路、光电隔离电路、吸收保护电路和母线电压采集电路,当N为偶数时,两块功率板均包括 $N/2$ 个大功率开关器件IPM,当N为奇数时,其中一块功率板包括 $(N+1)/2$ 个大功率开关器件IPM,另一块功率板包括 $(N-1)/2$ 个大功率开关器件IPM。

[0053] 光电隔离电路接收控制板输出的脉宽调制信号,并对接收的每组脉宽调制信号进行光电隔离处理,将处理后的一组脉宽调制信号输出给一个大功率开关器件IPM。

[0054] 吸收保护电路对外部输入的高压直流电(如160V)进行滤波处理后输出给大功率开关器件IPM和母线电压采集电路。高压直流电输入接口中分别设计了地面电源供电接点和伺服电池供电接点,使控制驱动器可以分别在地面电源和伺服电池供电条件下工作,吸收保护电路接收外部地面电源输入电压的一端设计了二极管反向截止电路,可防止由于地面电源供电线路的正、负端短路而影响伺服电池向伺服控制驱动器供电。

[0055] 每个大功率开关器件IPM根据光电隔离电路输出的一组脉宽调制信号对吸收保护

电路输出的高压直流电进行斩波处理,输出一组交流电驱动伺服电机动作。

[0056] 电流采样电路用于采集伺服电机的电流信号,输出给控制板的信号调理电路。

[0057] 母线电压采集电路对吸收保护电路输出的高压直流电进行分压处理,将处理后的电压输出给电源板。

[0058] 如图6所示,电源板包括EMI抑制器、多组功率驱动电源变换电路以及母线电压转换电路,功率驱动电源变换电路组数与对应功率板上的大功率开关器件IPM个数相同。

[0059] EMI抑制器接收外部输入的电源,进行滤波后输出给功率驱动电源变换电路。

[0060] 每组功率驱动电源变换电路将EMI抑制器滤波后的外部输入电源电压转换为四组独立的功率驱动电源电压输出给对应功率板上的一个大功率开关器件IPM。

[0061] 母线电压转换电路接收对应功率板上母线电压采集电路输出的电压,将其转化为DSP电路能够接收的电压信号通过DSP电路输出给外部系统。

[0062] 如图7所示,以四通道为例,电源板的功率驱动电源包括电容C1、电容C2、电源模块U2和电源模块U3。

[0063] EMI抑制器U1的正负输入端接外部输入28V电源,输出端分别与电源模块U2以及电源模块U3的正负输入端连接,同时电容C1与电源模块U2的正负输入端连接,电容C2与电源模块U3的正负输入端连接;EMI抑制器U1对外部输入的电压进行滤波后输出,电容C1和电容C2对EMI抑制器U1输出的电压进一步滤波。电容C1和电容C2为10 μ F/50V。

[0064] 电源模块U2和电源模块U3分别将接收的28V电压转换成四组独立的15V功率驱动电压并输出。

[0065] 电源板采用的单端反激式功率驱动电源变换电路可输出8路相互隔离的+15V电源,转换效率高,可同时为两块IPM功率模块的驱动电路供电;母线电压转换电路对功率电压信号进行强、弱电隔离并转换为DSP片内A/D可以接收的电压信号。

[0066] 本发明伺服控制驱动器还具有冗余控制功能,以四通道为例,假设两个执行机构均采用双冗余电机实现,功率板AP1上设计有IPM1和IPM2两个IPM,用于驱动一个执行机构,功率板AP2上设计有IPM3和IPM4两个IPM,用于驱动另一个执行机构,如图8所示,若IPM1发生故障,保护控制电路将相应的故障信号送入DSP,DSP根据接收到的故障信号,给逻辑器件发出PWMA的关断信号,逻辑器件关断PWMA输出;若IPM2发生故障,保护控制电路将相应的故障信号送入DSP,DSP根据接收到的故障信号,给逻辑器件发出PWMb的关断信号,逻辑器件关断PWMb输出;若IPM3发生故障,故障诊断电路将相应的故障信号送入DSP,DSP根据接收到的故障信号,给逻辑器件发出PWMc的关断信号,逻辑器件关断PWMc输出;若IPM4发生故障,故障诊断电路将相应的故障信号送入DSP,DSP根据接收到的故障信号,给逻辑器件发出PWMd的关断信号,逻辑器件关断PWMd输出。对关键的反馈信号采取三冗余措施,当一路反馈信号出现故障时,DSP会屏蔽掉这路故障,采用正确的反馈信号继续执行闭环控制,从而提高控制驱动器的可靠性。

[0067] 本发明将一台伺服控制器和多台伺服驱动器的功能、性能有机融为一体,通过资源整合进行产品的一体化设计,控制板完成总线通讯、多路功率驱动模块控制的功能,充分利用DSP的资源,实现伺服控制单元小型化。电源板使用高集成化多路输出开关电源替代多个单路输出电源模块,实现了功率驱动二次电源变换的小型化。功率板通过合理布局走线,可将多块大功率全桥IPM模块及配套电路集成到一块PCB板上,实现了功率驱动单元小型

化。从而有效降低安装空间,减小产品质量,简化系统电气连接,节约生产成本。同时,本发明具有故障诊断及切换功能,具备余度控制配置能力,既可分别驱动四台伺服电机,也可实现双余度配置,对两台双余度伺服电机进行控制,适应了大功率机电伺服系统小型化、高可靠性的发展需求。

[0068] 利用本发明的方案制作了四通道输出伺服控制驱动器原理样机,与现有的“一驱二”式双通道输出伺服控制驱动器方案相比,四通道输出伺服控制驱动器可实现2台双通道输出伺服控制驱动器同等的功能和性能,在总重量上由10kg减小到7.5kg,实现了电子产品的轻质化设计,且空间体积减小了25%,有效降低了伺服电子设备在舱内的安装空间,且所有性能指标均满足要求。本发明特别适用于安装空间狭小、重量要求严格且动态性能指标苛刻的应用场合。

[0069] 本发明未详细说明部分属本领域技术人员公知常识。

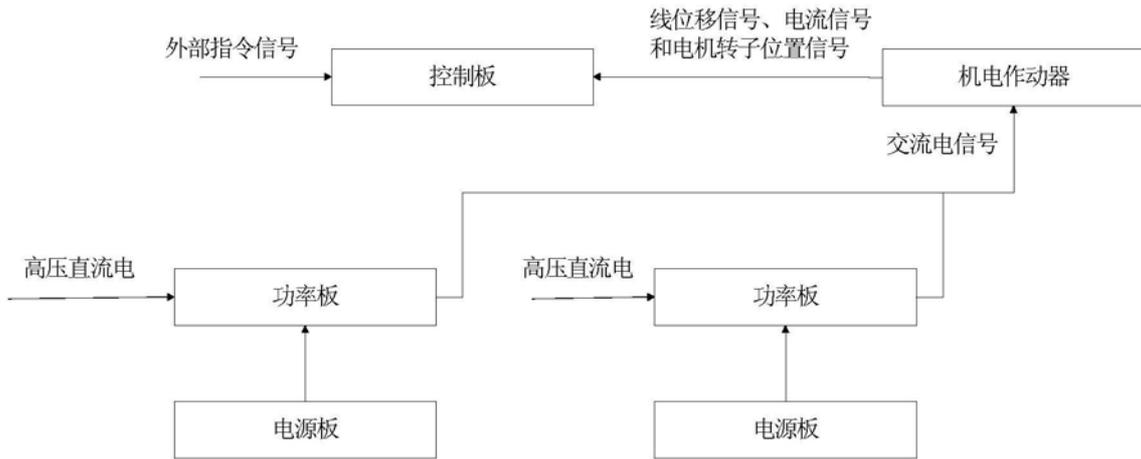


图1

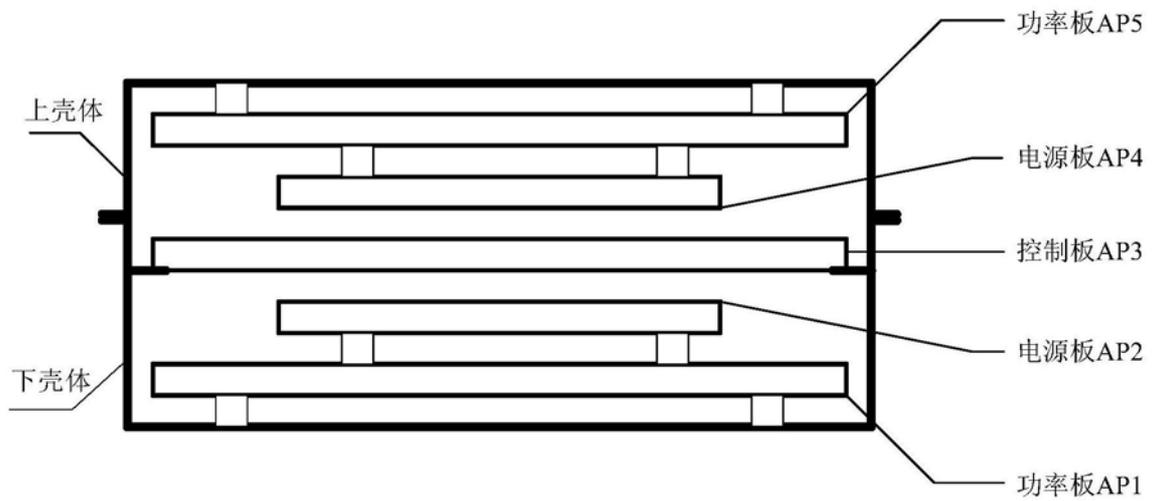


图2

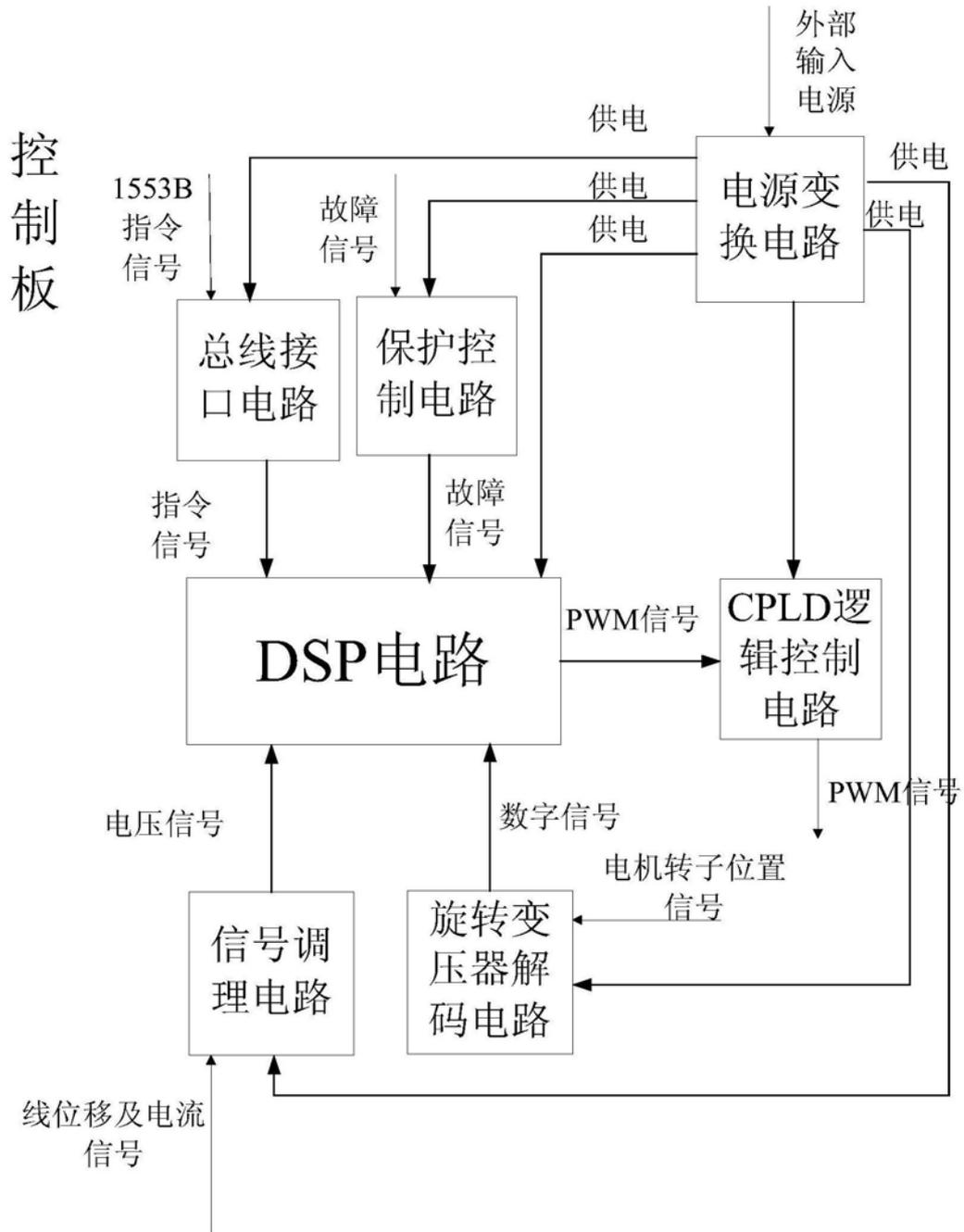


图3



图4

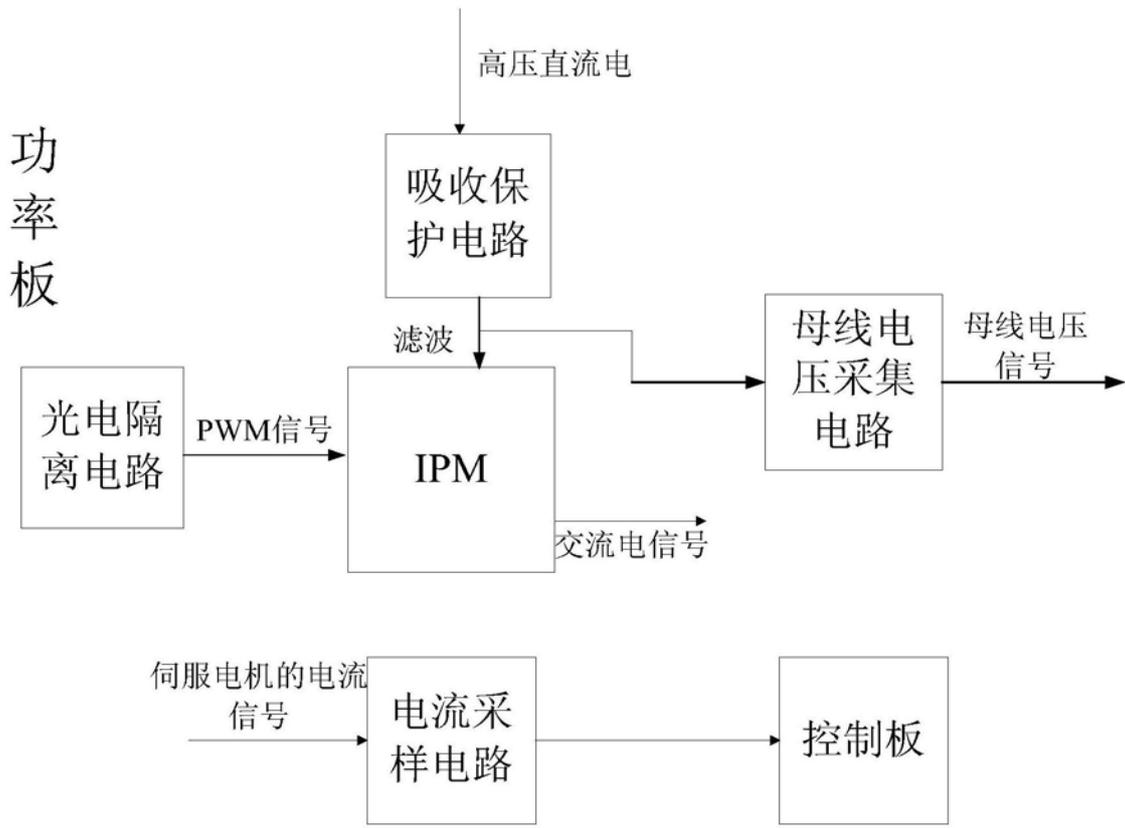


图5

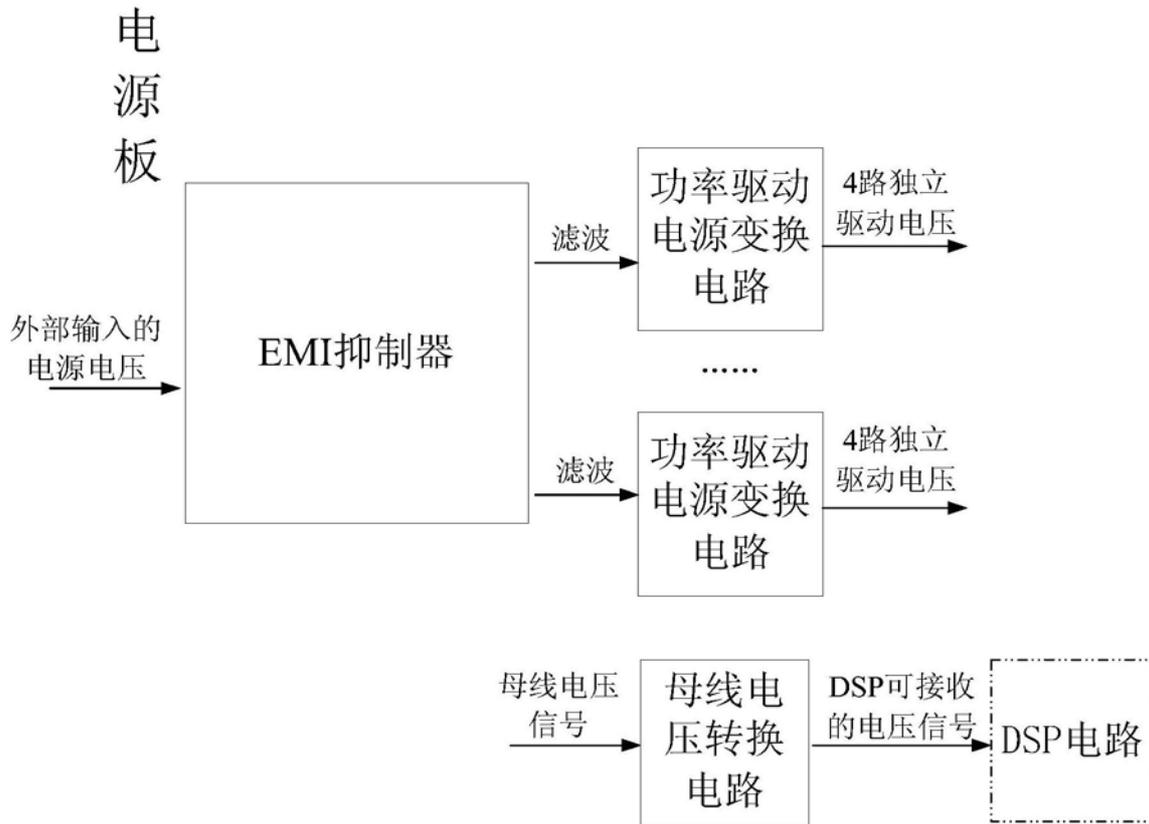


图6

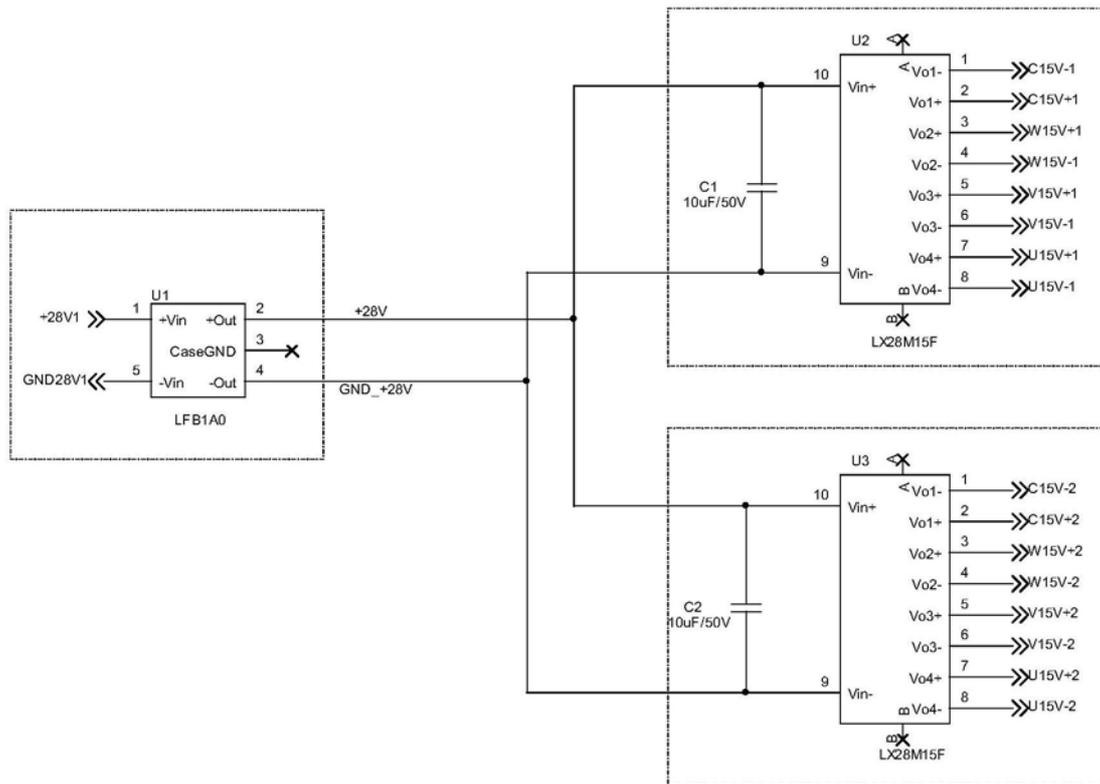


图7

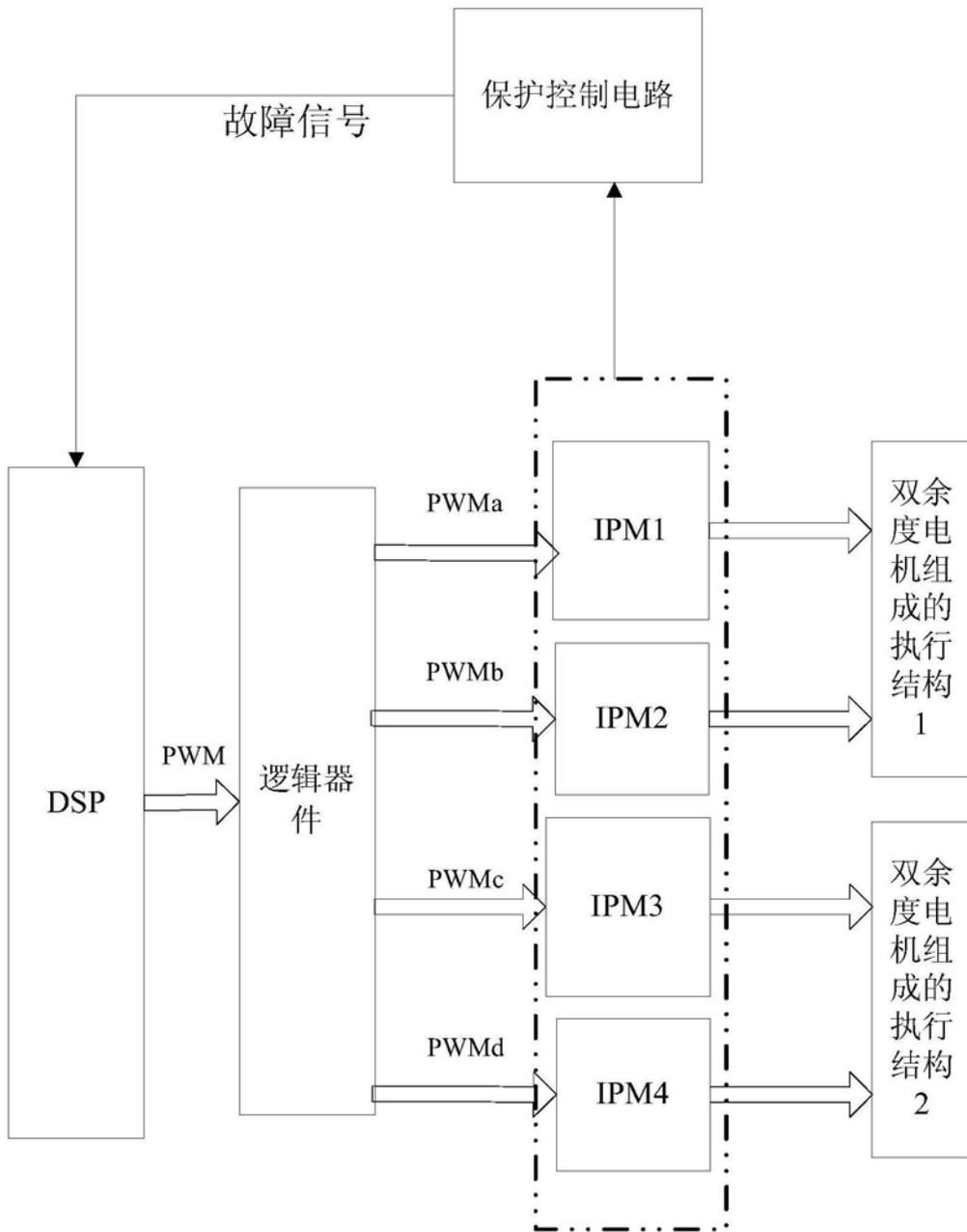


图8