



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203039567 U

(45) 授权公告日 2013. 07. 03

(21) 申请号 201220735140. X

(22) 申请日 2012. 12. 27

(73) 专利权人 安徽天沃电气技术有限公司

地址 230031 安徽省合肥市合肥市高新技术
开发区永和路 97-1 号

(72) 发明人 李瑜 尹陆军 伍开铭 郁伉
齐东流

(74) 专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务
所(普通合伙) 34118

代理人 王挺

(51) Int. Cl.

H02M 1/092(2006. 01)

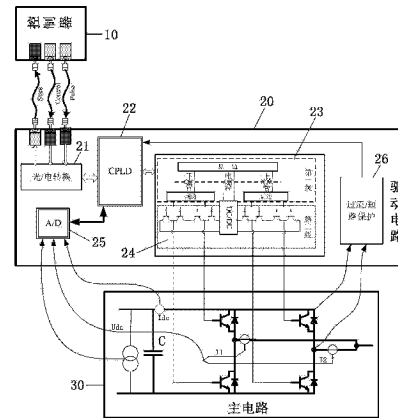
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置

(57) 摘要

本实用新型属于 IGBT(绝缘栅双极型晶体管)驱动技术领域,具体涉及一种基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置。本装置包括如下组成部分:光/电转换模块、CPLD 模块、驱动电源与信号隔离模块、推挽驱动模块、A/D 采样模块和过流及短路保护模块。本 IGBT 驱动装置是针对低压大功率 APF 的功率模组设计的,能够提供较大的驱动功率以驱动多个并联的 IGBT,能够通过单根光纤传输脉冲数据、可实时回传功率模组工作状态及故障信息,同时驱动器可以实现异常脉冲数据、脉冲趋势的判断,还能对功率电路中的过压、过流进行判断,并且可以提供可靠的保护功能。



1. 一种基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置,其特征在于本装置包括如下组成部分:

光 / 电转换模块,用于将控制器或调试用电路板发送来的光信号转换成电信号,并将转换得到的电信号传送至 CPLD 模块进行处理;所述光 / 电转换模块还将 CPLD 模块发送来的电信号转换成光信号,并将转换到的光信号回传至控制器或调试用电路板;

CPLD 模块,用于将光 / 电转换模块传来的电信号分成两路互斥的脉冲驱动信号,并在两路脉冲驱动信号之间加入死区时间后将两路脉冲驱动信号传送给驱动电源与信号隔离模块;所述 CPLD 模块还对 A/D 采样模块和过流及短路保护模块传送来的信号进行判断,以确保整个驱动装置工作在正常工况;

驱动电源与信号隔离模块,用于将 CPLD 模块下发的脉冲驱动信号隔离后传送至推挽驱动模块,并向推挽驱动模块提供电源支持;

推挽驱动模块,用于将自驱动电源与信号隔离模块传送来的脉冲驱动信号经过推挽放大后分发给各个 IGBT 模块;

A/D 采样模块,用于采集各个 IGBT 模块的模拟量信号,并将采集到的模拟量信号转变为数字信号后传送至 CPLD 模块,以使 CPLD 模块判断各个 IGBT 模块是否工作在正常工况;

过流及短路保护模块,用于采集 IGBT 模块的电流信号,并将采集到的电流信号发送至 CPLD 模块进行处理。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置,其特征在于:所述光 / 电转换模块通过光纤分别接收由控制器传送来的一路命令信号和一路脉冲信号;所述控制器则通过光纤接收由光 / 电转换模块传送来的状态与故障返回信号。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置,其特征在于所述 CPLD 模块包括以下组成部分:

脉冲处理单元,用于将光 / 电转换模块转来的电信号分解成两路互斥的脉冲驱动信号,然后在两路互斥的脉冲驱动信号之间加入死区时间后将此两路脉冲驱动信号传送给驱动信号处理单元,同时对可能存在的窄脉冲信号进行处理以确保 IGBT 处于正常工作状况;所述脉冲处理单元与驱动信号处理单元为双向通信连接;所述脉冲处理单元与故障判断单元双向通信连接;

驱动信号处理单元,用于根据所述驱动电源与信号隔离模块对脉冲驱动信号的要求对两路互斥的脉冲驱动信号进行展宽或扩频处理;所述驱动信号处理单元与所述驱动电源与信号隔离模块双向通信连接,且驱动信号处理单元还用于将驱动电源与信号隔离模块传回的故障信号进行组帧处理后传回故障判断单元;

通信处理单元,所述通信处理单元与光 / 电转换模块为双向通信连接,且通信处理单元通过光 / 电转换模块接收控制器或调试用电路板发送来的光信号并完成解码帧的功能;所述通信处理单元还用于接收 A/D 采样模块和过流及短路保护模块发送来的运行状态及故障信号;所述通信处理单元与模拟量采集单元、开关量采集单元均为双向通信连接,且所述通信处理单元的输入端与故障判断单元的输出端相连;

模拟量采集单元,用于负责 A/D 采样模块的工作状态,并用于读取 A/D 采样模块采集到的信号即模拟量数据,所述模拟量采集单元与故障判断单元双向通信连接;

开关量采集单元,用于负责过流及短路保护模块的工作状态,并采集读取驱动装置以及 IGBT 模块中的开关信号,所述开关量采集单元与故障判断单元双向通信连接;

故障判断单元,所述故障判断单元包括模拟量故障判断子块、开关量故障判断子块、脉冲故障判断子块;其中模拟量故障判断子块根据模拟量采集单元采集到的模拟量的数据与故障判断单元中预设的限定值之间的比较来判断驱动装置是否工作在正常工况;开关量故障判断子块则根据开关量采集单元采集到的信号来判断驱动装置是否工作在正常工况;脉冲故障判断子块进行脉冲宽度为 $4\mu\text{s}$ 的最窄脉冲的判断;所有故障信号相或后输出总故障信号传给通信处理单元;

故障判断单元与脉冲处理单元、驱动信号处理单元、通信处理单元、模拟量采集单元、开关量采集单元、A/D 采样模块和过流及短路保护模块均为双向通信连接。

4. 根据权利要求 1 所述的基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置,其特征在于:所述驱动电源与信号隔离模块包括高频变压器和 DC/DC 单元,所述 DC/DC 单元的输入端与高频变压器的副边绕组相连;所述推挽驱动模块由四个推挽驱动单元构成,其中任意一个推挽驱动单元均由一个 NPN 三极管和一个 PNP 三极管构成,此 NPN 三极管和 PNP 三极管的基极均与所述高频变压器的副边绕组相连,且此 NPN 三极管和 PNP 三极管的集电极均与所述 DC/DC 单元的输出端相连,此 NPN 三极管和 PNP 三极管的发射极与相应的 IGBT 模块的门极相连。

基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于 IGBT（绝缘栅双极型晶体管）驱动技术领域，具体涉及一种基于 CPLD（复杂可编程逻辑器件）的 IGBT 驱动装置。

背景技术

[0002] 随着各种电力设备尤其是功率变换设备的应用，电网的无功及谐波问题日趋严重。此外许多电力设备诸如冶炼炉因其特有的工作特性导致电网电压波动大、电流负序分量、高次谐波多、功率因数低，因此如何提高电网的功率因数、补偿不平衡电流、抑制谐波电流等问题越来越受到关注，APF（有源电力滤波器）就是在此背景下产生的。

[0003] 通常的 APF 单机容量较小，由于现场需要，小容量的 APF 越来越不能满足需求，因此大容量 APF 成为研究重点。大容量单机中重要的是功率主电路，由于 APF 开关频率较高，如果使用单个 IGBT，将会因为耗散功率集中而使得散热问题无法解决，所以必须使用多 IGBT 并联技术。IGBT 并联并不是简单地将多个 IGBT 并行联接在一起，而是需要从驱动功率、保护、同步性等方面均进行认真设计。

[0004] 单个 IGBT 的功率模组由于功率较小、故障模式较少、可靠性问题较容易解决，所以一般均采用结构较简单的电路结构，控制方式也相对简单得多。如图 1 示，功率主电路 3 为彼此并联的 IGBT，所述并联的 IGBT 均采用单独的驱动电路 2，此单独的驱动电路 2 也即图 1 中的由第一隔离驱动器 4 和第一光 / 电转换电路 5 组成的第一驱动电路，以及由第二隔离驱动器 6 和第二光 / 电转换电路 7 组成的第二驱动电路。如图 1 所示，第一光 / 电转换电路 5 和第二光 / 电转换电路 7 经不同的光纤信号传输脉冲，然后分别经过彼此对应的第一隔离驱动器 4 和第二隔离驱动器 6 连接单独的 IGBT。图 1 中所示上下两管的脉冲信号经过两根下行光纤给出，脉冲的所有逻辑均由上位机主控制器 1 完成，驱动电路 2 只完成控制信号到 IGBT 的转换功能，其它诸如窄脉冲、故障判断、模块工况等功能均不考虑；而返回故障信号也很简单，只在 IGBT 或驱动电路 2 存在故障的情况下将故障信息以电平方式回传主控制器 1 即可，而对于何处故障以及何原因导致故障均不做分析与记录。

[0005] 而在 IGBT 并联的大功率模组中，因为其电路复杂、IGBT 同步性要求高、故障模式复杂，电磁环境恶劣，如果仍然采用如图 1 中所示的传统的驱动电路，那么由于并联的 IGBT 各自采用单独驱动，将导致 IGBT 的同步性差，且会存在较大环流；同时由于在脉冲整形、故障判断、运行状态记录方面的不足，将使功率电路在整个工作过程中均存在着很大的安全隐患；更大的问题在于当功率电路存在故障时，由于对故障信息没有记录，将不能对故障原因进行分析，故障的恢复只能通过更换模块来进行，这种故障恢复方式由于针对性差，不利于功能改进，将势必造成维护成本过高的弊端。

实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于提供一种基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置，本基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置不但具有足够的驱动能力，而且方便与上位机交互，同时还具有脉冲处理、状态监

测及回传以及故障保护等功能,从而能够确保单机大功率 APF 的稳定运行。

[0007] 为实现上述目的,本实用新型采用了以下技术方案:一种基于 CPLD 的 IGBT 驱动装置,本装置包括如下组成部分:

[0008] 光/电转换模块,用于将控制器或调试用电路板发送来的光信号转换成电信号,并将转换得到的电信号传送至 CPLD 模块进行处理;所述光/电转换模块还将 CPLD 模块发送来的电信号转换成光信号,并将转换到的光信号回传至控制器或调试用电路板;

[0009] CPLD 模块,用于将光/电转换模块传来的电信号分成两路互斥的脉冲驱动信号,并在两路脉冲驱动信号之间加入死区时间后将两路脉冲驱动信号传送给驱动电源与信号隔离模块;所述 CPLD 模块还对 A/D 采样模块和过流及短路保护模块传送来的信号进行判断,以确保整个驱动装置工作在正常工况;

[0010] 驱动电源与信号隔离模块,用于将 CPLD 模块下发的脉冲驱动信号隔离后传送至推挽驱动模块,并向推挽驱动模块提供电源支持;

[0011] 推挽驱动模块,用于将自驱动电源与信号隔离模块传送来的脉冲驱动信号经过推挽放大后分发给各个 IGBT 模块;

[0012] A/D 采样模块,用于采集各个 IGBT 模块的模拟量信号,并将采集到的模拟量信号转变为数字信号后传送至 CPLD 模块,以使 CPLD 模块判断各个 IGBT 模块是否工作在正常工况;

[0013] 过流及短路保护模块,用于采集 IGBT 模块的电流信号,并将采集到的电流信号发送至 CPLD 模块进行处理。

[0014] 同时,本实用新型还可以通过以下技术措施得以进一步实现:

[0015] 优选的,所述光/电转换模块通过光纤分别接收由控制器传送来的一路命令信号和一路脉冲信号;所述控制器则通过光纤接收由光/电转换模块传送来的状态与故障返回信号。

[0016] 优选的,所述 CPLD 模块包括以下组成部分:

[0017] 脉冲处理单元,用于将光/电转换模块转来的电信号分解成两路互斥的脉冲驱动信号,然后在两路互斥的脉冲驱动信号之间加入死区时间后将此两路脉冲驱动信号传送给驱动信号处理单元,同时对可能存在的窄脉冲信号进行处理以确保 IGBT 处于正常工作状况;所述脉冲处理单元与驱动信号处理单元为双向通信连接;所述脉冲处理单元与故障判断单元双向通信连接;

[0018] 驱动信号处理单元,用于根据所述驱动电源与信号隔离模块对脉冲驱动信号的要求对两路互斥的脉冲驱动信号进行展宽或扩频处理;所述驱动信号处理单元与所述驱动电源与信号隔离模块双向通信连接,且驱动信号处理单元还用于将驱动电源与信号隔离模块传回的故障信号进行组帧处理后传回故障判断单元;

[0019] 通信处理单元,所述通信处理单元与光/电转换模块为双向通信连接,且通信处理单元通过光/电转换模块接收控制器或调试用电路板发送来的光信号并完成解码帧的功能;所述通信处理单元还用于接收 A/D 采样模块和过流及短路保护模块发送来的运行状态及故障信号;所述通信处理单元与模拟量采集单元、开关量采集单元均为双向通信连接,且所述通信处理单元的输入端与故障判断单元的输出端相连;

[0020] 模拟量采集单元,用于负责 A/D 采样模块的工作状态,并用于读取 A/D 采样模块采

集到的信号,所述模拟量采集单元与故障判断单元双向通信连接;

[0021] 开关量采集单元,用于负责过流及短路保护模块的工作状态,并采集读取驱动装置以及 IGBT 模块中的开关信号,所述开关量采集单元与故障判断单元双向通信连接;

[0022] 故障判断单元,所述故障判断单元包括模拟量故障判断子块、开关量故障判断子块、脉冲故障判断子块;其中模拟量故障判断子块根据模拟量采集单元采集到的模拟量的数据与故障判断单元中预设的限定值之间的比较来判断驱动装置是否工作在正常工况;开关量故障判断子块则根据开关量采集单元采集到的信号来判断驱动装置是否工作在正常工况;脉冲故障判断子块进行脉冲宽度为 $4\mu\text{s}$ 的最窄脉冲的判断;所有故障信号相或后输出总故障信号传给通信处理单元;

[0023] 故障判断单元与脉冲处理单元、驱动信号处理单元、通信处理单元、模拟量采集单元、开关量采集单元、A/D 采样模块和过流及短路保护模块均为双向通信连接。

[0024] 优选的,所述驱动电源与信号隔离模块包括高频变压器和 DC/DC 单元,所述 DC/DC 单元的输入端与高频变压器的副边绕组相连;所述推挽驱动模块由四个推挽驱动单元构成,其中任意一个推挽驱动单元均由一个 NPN 三极管和一个 PNP 三极管构成,此 NPN 三极管和 PNP 三极管的基极均与所述高频变压器的副边绕组相连,且此 NPN 三极管和 PNP 三极管的集电极均与所述 DC/DC 单元的输出端相连,此 NPN 三极管和 PNP 三极管的发射极与相应的 IGBT 模块的门极相连。

[0025] 本实用新型的有益效果在于:本驱动装置是针对低压大功率 APF 的功率模组而设计的,本驱动装置不但能够提供较大的驱动功率以驱动多个并联的 IGBT,而且本驱动装置仅通过单根光纤即可实现传输脉冲数据、实时回传功率模组工作状态及故障信息,同时本驱动装置还可以实现异常脉冲数据、脉冲趋势的判断,并能对功率电路中的过压、过流状况进行判断,从而可以提供可靠的保护功能。

附图说明

[0026] 图 1 是现有技术中 IGBT 驱动装置的结构示意图。

[0027] 图 2 是本实用新型中的 IGBT 驱动装置的结构示意图。

[0028] 图 3 是 CPLD 模块的结构示意图。

[0029] 图中标记的含义如下:

[0030] 1—主控制器 2—驱动电路 3—功率主电路

[0031] 4—第一隔离驱动器 5—第一光/电转换电路

[0032] 6—第二隔离驱动器 7—第二光/电转换电路

[0033] 10—控制器 20—驱动装置 21—光/电转换模块

[0034] 22—CPLD 模块 23—驱动电源与信号隔离模块 24—推挽驱动模块

[0035] 25—A/D 采样模块 26—过流及短路保护模块 30—功率主电路

[0036] 221—脉冲处理单元 222—驱动信号处理单元 223—通信处理单元

[0037] 224—模拟量采集单元 225—开关量采集单元 226—故障判断单元

具体实施方式

[0038] 下面结合附图 2、3 对本实用新型做进一步说明:

[0039] 如图 2 所示,驱动装置 20 由 CPLD 模块 22 即 CPLD 并行处理模块、A/D 采样模块 25、光 / 电转换模块 21、驱动电源与信号隔离模块 23、推挽驱动模块 24、过流及短路保护模块 26 组成。

[0040] 如图 2 所示,所述光 / 电转换模块 21 通过光纤与控制器 10 电连接,控制器 10 的 CPU 通过下行光纤所发出的光信号即脉冲信号(PULSE)和命令信号(CONTROL)经由光 / 电转换模块 21 后发送至 CPLD 模块 22;驱动装置 20 的状态与故障返回信号(STATE)由所述 CPLD 模块 22 发出,此状态与故障返回信号经由光 / 电转换模块 21 转换为光信号后经由上行光纤发送至上位机控制器 10 处,最后由控制器 10 的 CPU 进行处理。

[0041] 所述脉冲信号(PULSE)经光 / 电转换模块 21 后发送至 CPLD 模块 22,所述 CPLD 模块 22 将一路脉冲信号(PULSE)分成两路互斥的脉冲驱动信号,CPLD 模块 22 并将此两路互斥的脉冲驱动信号发送给驱动电源与信号隔离模块 23 即第一级驱动电路,所述驱动电源与信号隔离模块 23 提供高压隔离功能,并将信号继续传送至推挽驱动模块 24 也即第二级推挽电路处。

[0042] 驱动电源与信号隔离模块 23 的第一个功能是给推挽驱动模块 24 即第二级推挽电路提供电源支持,以保证多个并联 IGBT 驱动电源支持;驱动电源与信号隔离模块 23 的第二个功能是实现信号隔离,并将互斥的两路脉冲驱动信号分别驱动 IGBT 的上管与下管,这两路脉冲驱动信号间的死区时间由 CPLD 模块 22 中的脉冲处理单元 221 加入,同时脉冲处理单元 221 还将脉冲驱动信号中的窄脉冲去除。综上所述,驱动电源与信号隔离模块 23 即第一级驱动电路的目的是实现强电与弱电的安全隔离,以保障整个驱动装置的安全运行,其隔离电压一般不小于 4kV。

[0043] 如图 2 所示,所述驱动电源与信号隔离模块 23 包括高频变压器和 DC/DC 单元,所述 DC/DC 单元的输入端与高频变压器的副边绕组相连;所述推挽驱动模块 24 则由四个推挽驱动单元构成,其中任意一个推挽驱动单元均由一个 NPN 三极管和一个 PNP 三极管构成,此 NPN 三极管和 PNP 三极管的基极均与所述高频变压器的副边绕组相连,且此 NPN 三极管和 PNP 三极管的集电极均与所述 DC/DC 单元的输出端相连,此 NPN 三极管和 PNP 三极管的发射极与相应的 IGBT 模块的门极相连。

[0044] 所述 NPN 三极管以及 PNP 三极管的正负电源来自驱动电源与信号隔离模块 23。由第一级驱动电路发出的两路互斥脉冲(上管脉冲、下管脉冲)信号用以驱动第二级推挽电路,第二级推挽电路的输出接至 IGBT 门极;因为并联的 IGBT 均出自同一路推挽电路,所以同步性好,不会产生环流,从而保证了 IGBT 稳定运行。

[0045] 如图 2 所示,所述 A/D 采样模块 25 用于采集功率主电路 30 的 U_{dc} (直流电压)、 I_{dc} (母排电流)、2 路桥臂的 IGBT 输出电流等 4 路物理量,此 4 路物理量通过总线传送至 CPLD 模块 22,以判断整个系统的工作是否正常。

[0046] 所述过流及短路保护模块 26 则用于采集 IGBT 模块的输出电流信号,并将采集到的输出电流信号发送至 CPLD 模块 22 进行处理。

[0047] 如图 3 所示,CPLD 模块 22 也即 CPLD 并行处理模块是整个驱动装置的核心部分,所述 CPLD 模块 22 包括脉冲处理单元 221、驱动信号处理单元 222、通信处理单元 223、模拟量采集单元 224、开关量采集单元 225 和故障判断单元 226。

[0048] 所述脉冲处理单元 221 将由光 / 电转换模块 21 传来的脉冲信号分解成两路互斥

(一路为 1 时,另外一路为 0)的脉冲驱动信号,为了避免 IGBT 模块的上下管直通故障,特在两路互斥的脉冲驱动信号之间加入死区时间;同时脉冲处理单元 221 还针对脉冲数据的形状进行窄脉冲判断,如果有窄脉冲,则根据脉冲形状确定此周期所处的相位情况来确定对窄脉冲的后续处理。

[0049] 驱动信号处理单元 222 则将脉冲处理单元 221 送来的两路脉冲驱动信号根据所对接的驱动电源与信号隔离模块 23 对脉冲的要求进行展宽或扩频处理。

[0050] 模拟量采集单元 224 则通过数据总线将由 A/D 采样模块 25 采集到的外部电气量也即 4 路物理量获得后供给故障判断单元 226 与通信处理单元 223。

[0051] 开关量采集单元 225 用于负责过流及短路保护模块 26 的工作状态,采集读取功率主电路 30 中的 IGBT 模块的开关信号,所述开关量采集单元 225 与故障判断单元 226 双向通信连接。

[0052] 通信处理单元 223 收取上位机控制器 10 或调试上位机下发来的调试命令,将其解包,并根据命令要求将模拟量采集单元 224、开关量采集单元 225 和故障判断单元 226 的处理结果打包后发送至上位机控制器 10 或调试上位机处。

[0053] 如图 3 所示,故障判断单元 226 与脉冲处理单元 221、驱动信号处理单元 222、通信处理单元 223、模拟量采集单元 224、开关量采集单元 225、A/D 采样模块 25 和过流及短路保护模块 26 均为双向通信连接。

[0054] 故障判断单元 226 的主要功能是根据前面周期的脉冲数据来判断此周期中脉冲数据是否符合时序要求,如果此开关周期差别太大,则认为此周期脉冲数据存在问题;同时故障判断单元 226 还监控模拟量与开关量的状态,另外还接收来自驱动信号处理单元 222 发送来的驱动故障信号,几种故障信号相或后决定是否使能脉冲下发功能。

[0055] 所述故障判断单元 226 内部分为模拟量故障判断子块、开关量故障判断子块和脉冲故障判断子块;其中模拟量故障判断子块根据 A/D 采样模块 25 采集到的模拟量的数据与预设的限定值之间的比较来判断模拟量是否超限;开关量故障判断子块则根据过流及短路保护模块 26 采集到的外部开关是否动作来判断是否存在过温情况;脉冲故障判断子块进行脉冲宽度为 $4\mu\text{s}$ 的最窄脉冲的判断,当脉冲宽度小于 $4\mu\text{s}$ 时则发出故障信号;所有故障信号相或后输出总故障信号并传给通信处理单元 223,最终由通信处理单元 223 通过光/电转换模块 21 发给你上位机控制器 10。

[0056] 以上所述的实施例仅仅是对本实用新型的优选实施方式进行了描述,并非对本实用新型的范围进行限定,在不脱离本实用新型设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本实用新型的技术方案作出的各种变形和改进,均应落入本实用新型权利要求书确定的保护范围内。

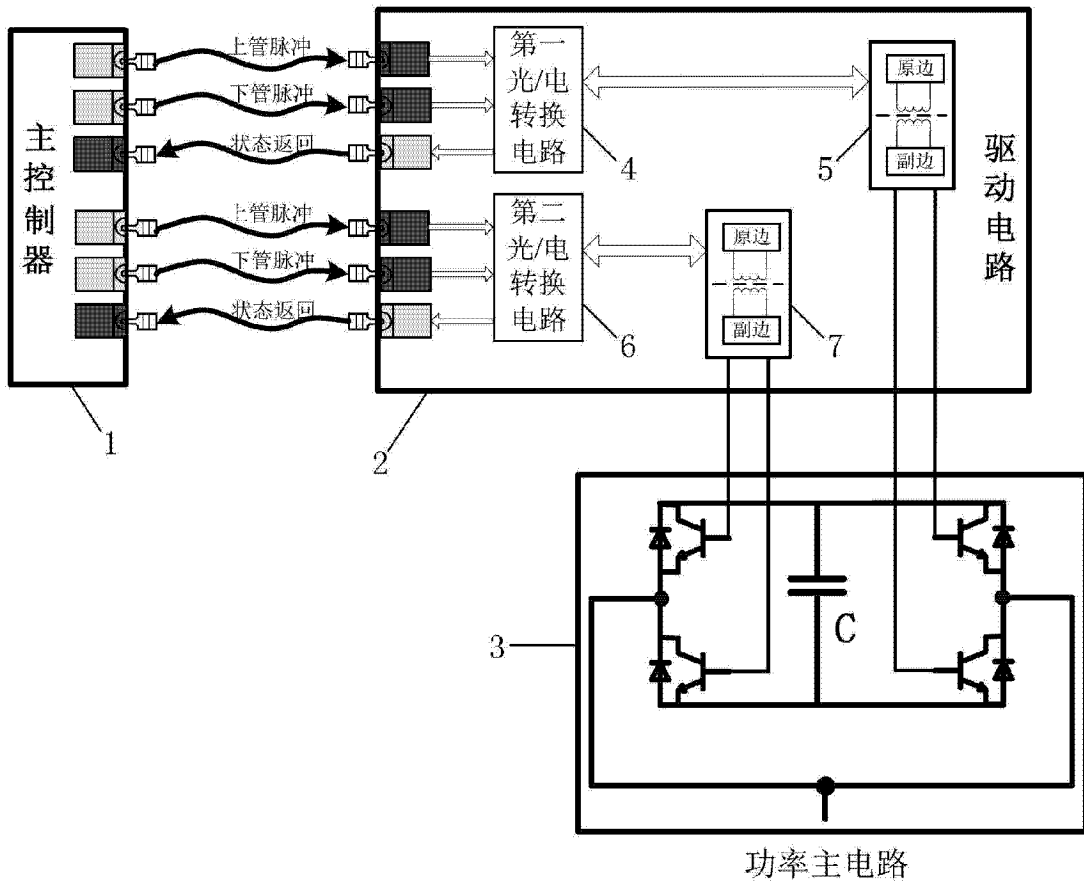


图 1

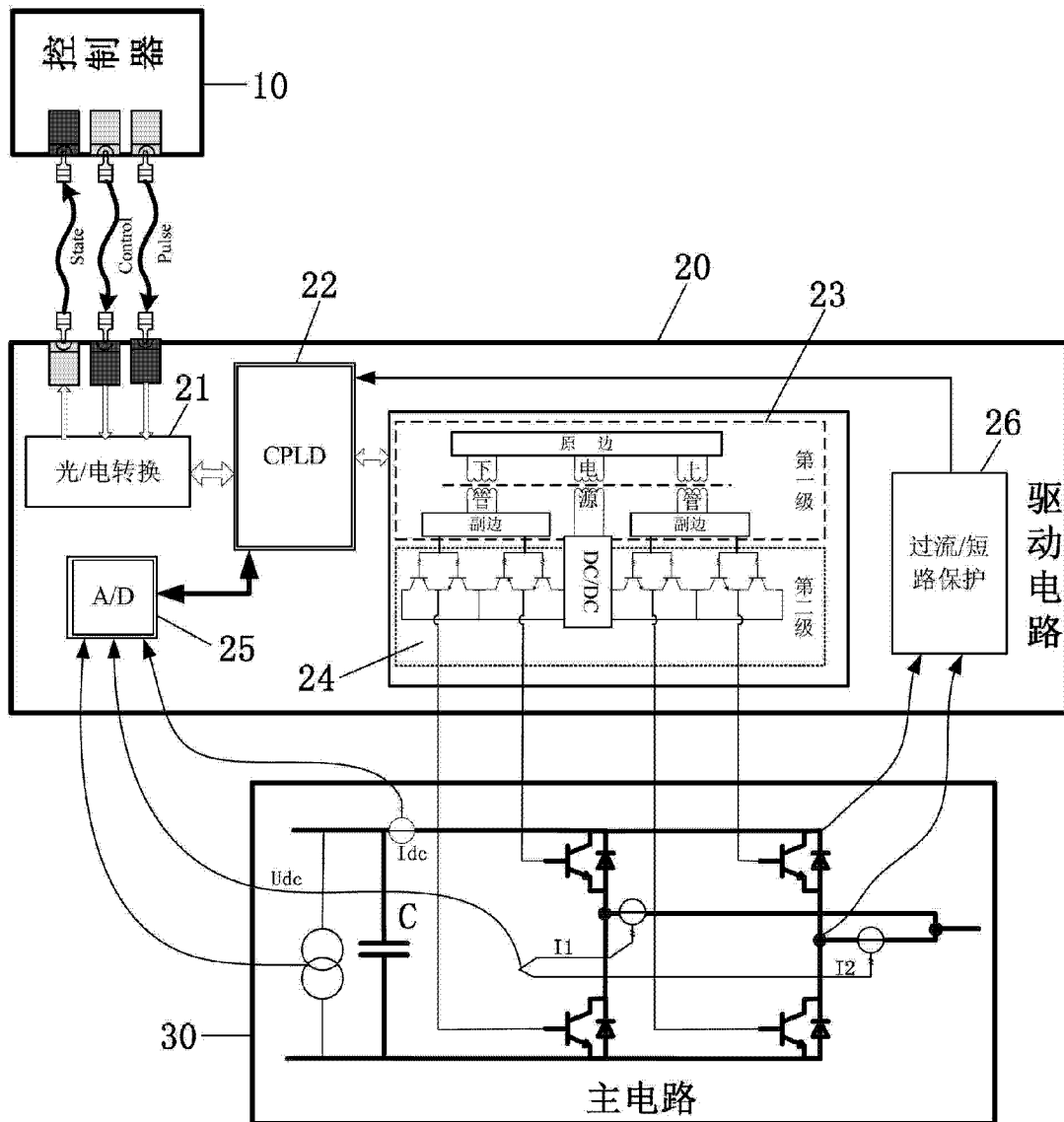


图 2

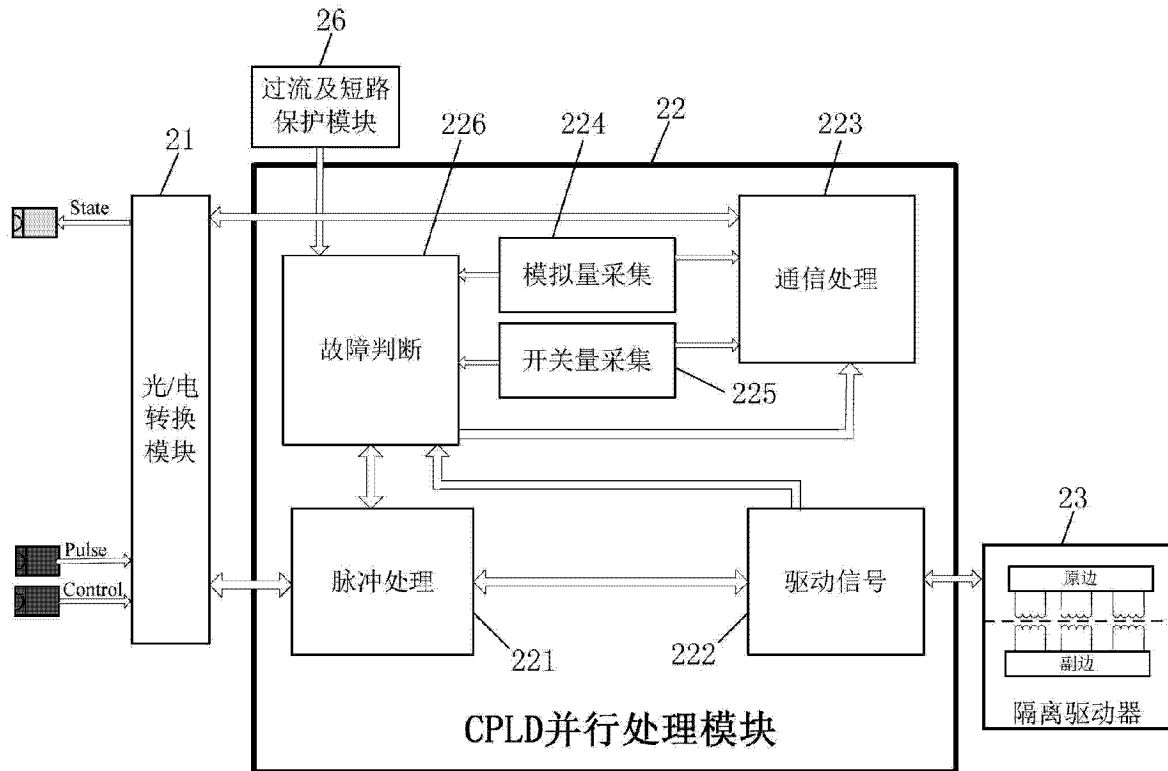


图 3