



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201570870 U

(45) 授权公告日 2010. 09. 01

(21) 申请号 200920247136. 7

(22) 申请日 2009. 11. 18

(73) 专利权人 华锐风电科技(集团)股份有限公司

地址 100872 北京市海淀区中关村大街 59 号文化大厦 19 层

(72) 发明人 苏丽营

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

代理人 刘芳

(51) Int. Cl.

H02J 3/38 (2006. 01)

F03D 9/00 (2006. 01)

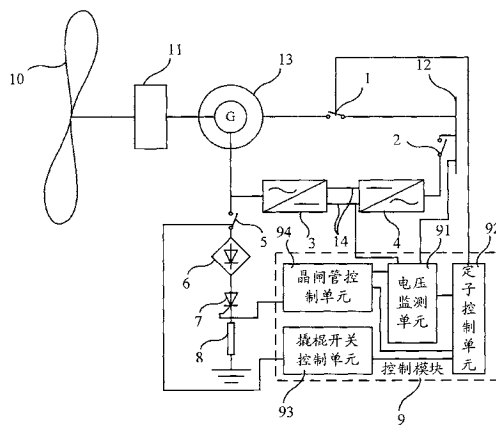
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

低电压穿越控制装置和风力发电设备

(57) 摘要

本实用新型涉及一种低电压穿越控制装置和风力发电设备。该控制装置包括：定子断路器、撬棍保护电路断路器、晶闸管和分流电路、以及包括电压监测单元，定子控制单元、撬棍开关控制单元和晶闸管控制单元的控制模块，其中，在监测到直流母线的电压值高于设定门限值的状态下控制晶闸管闭合，以分流电路对变频器组进行分流保护；在晶闸管闭合的状态下，控制定子断路器断开，且随后控制撬棍保护电路断路器完成断开再闭合的操作；监测到电网的电压值等于或大于设定门限值的状态下控制定子断路器闭合。本实用新型以简单的结构实现了低电压穿越功能，且能避免从电网吸收无功功率造成电网波动的不利影响。



1. 一种低电压穿越控制装置,其特征在于,包括:

定子断路器,处于常闭状态,串联在双馈感应发电机的定子与电网之间;

撬棍保护电路断路器,处于常闭状态,与双馈感应发电机的转子和变频器组之间的连接点连接;

晶闸管和分流电路,通过所述撬棍保护电路断路器串联至转子;

控制模块,包括电压监测单元,定子控制单元、撬棍开关控制单元和晶闸管控制单元,其中,

所述电压监测单元与电网和变频器组的直流母线相连,监测所述电网和直流母线的电压值;

所述晶闸管控制单元与所述电压监测单元和晶闸管分别相连,在所述电压监测单元监测到直流母线的电压值高于设定门限值的状态下控制所述晶闸管闭合,以所述分流电路对所述变频器组进行分流保护;

所述定子控制单元与所述电压监测单元、晶闸管控制单元和定子断路器分别相连,在识别到所述晶闸管控制单元已控制所述晶闸管闭合的状态下,所述定子控制单元控制所述定子断路器断开,且在所述电压监测单元监测到电网的电压值等于或大于设定门限值的状态下控制所述定子断路器闭合;

所述撬棍开关控制单元与所述定子控制单元和撬棍保护电路断路器分别相连,在识别到所述定子控制单元已控制所述定子断路器断开的状态下,所述撬棍开关控制单元控制所述撬棍保护电路断路器完成断开再闭合的操作。

2. 根据权利要求1所述的低电压穿越控制装置,其特征在于:所述分流电路包括串联的整流桥和释放电阻。

3. 一种包括权利要求1或2所述的低电压穿越控制装置的风力发电设备,还包括叶轮、传动装置、双馈感应发电机以及由机侧变频器和网侧变频器构成的变频器组,所述机侧变频器和所述网侧变频器通过直流母线相连;所述双馈感应发电机的定子连接至电网;所述双馈感应发电机的转子通过变频器组连接至电网,其特征在于:所述定子断路器串联在所述定子与电网之间;所述撬棍保护电路断路器与所述转子与变频器组之间的连接点连接。

4. 根据权利要求3所述的风力发电设备,其特征在于:所述直流母线上还连接有电压控制单元,在监测到直流母线的电压值高于设定门限值时控制与直流母线连接的制动电阻电路对所述直流母线进行降压。

低电压穿越控制装置和风力发电设备

技术领域

[0001] 本实用新型实施例涉及风力发电设备的低电压穿越控制技术,尤其涉及一种低电压穿越控制装置和风力发电设备。

背景技术

[0002] 当今世界风电迅猛发展,装机容量快速上升,风力发电在电网供电中所占比例不断提高,因此,风力发电机组的并网质量以及运行状态对电网的稳定性至关重要。在运行过程中,电网故障可能会导致电压跌落,这会给风力发电设备带来一系列暂态过程,例如出现过电压、过电流或转速上升等现象。所以,为保证风力发电设备的安全运行,风力发电设备的控制装置会在监测到电网电压跌落时将风力发电机解列,即,使风力发电机断开与电网的连接。

[0003] 但是,在风力发电占电网供电比例较大的情况下,由于电网电压跌落故障引起的大量风力发电机解列会导致电力系统潮流的大幅变化甚至引起大面积停电带来频率的稳定性问题。因而出现了风力发电设备的低电压穿越(Low Voltage Ride Through;以下简称:LVRT)技术,即:使风力发电设备在电网电压跌落时,能在电压跌落设定值和设定时间内保持并网,支持电网电压恢复,直到电网恢复正常。风力发电设备具备有效的LVRT措施才能够维护风场电网的稳定性。

[0004] 目前所使用的风力发电设备主要包括三种类型:直接并网的定速异步发电机、永磁同步发电机(Permanent Magnet Synchronous Generator;以下简称:PMSG)以及双馈感应发电机(Double Fed Induction Generator;以下简称:DFIG)。其中,DFIG是目前风电的主流机型,其运行特性和并脱网特性显得尤为重要。

[0005] 采用DFIG的风力发电设备的基本结构如图1所示,包括:叶轮10、传动装置11、双馈感应发电机13和变频器组。变频器组又包括以直流母线14相连的机侧变频器3和网侧变频器4。叶轮10通过传动装置11连接双馈感应发电机13的转子,带动转子转动,转子通过机侧变频器3和网侧变频器4连接至电网12。双馈感应发电机13的定子直接连接至电网12。

[0006] 传统DFIG风力发电设备中,为了能够在电压跌落时保护变频器组,通常还设置有晶闸管7(SCR)撬棍(Crowbar)电路。如图1所示,晶闸管7联结至转子与变频器组之间的连接点。当风力发电设备由于电网12电压跌落引发变频器组直流母线14过电压,控制装置监测到变频器组的直流母线14过电压高于设定值时即触发晶闸管7闭合,从而将转子短路,使双馈感应发电机13脱网。这种方案虽然能够避免过电流对变频器的损坏,但是不具备LVRT功能。

[0007] 为实现LVRT功能,现有风力发电设备中通常采用低压旁路系统,即在转子侧采用主动撬棍技术。常用的主动撬棍技术有绝缘栅双极型功率管(Insulated Gate Bipolar Transistor;以下简称:IGBT)型Crowbar电路、混合桥型Crowbar电路和带有旁路电阻的Crowbar电路等,这种主动撬棍技术在电网出现电压跌落时将转子和变频器的电流通过旁

路进行分流,所以既能够避免过电流影响,又可以不将风力发电机组从电网解列,从而实现了 LVRT 功能。

[0008] 但是,在进行本实用新型的研究过程中,发明人发现现有实现 LVRT 功能的技术存在如下缺陷:相对于被动撬棍技术而言,这些主动撬棍技术需要增加新的保护装置,因而导致结构复杂化,且增加了设备成本;采用上述技术,虽然变频器中的机侧变流器和双馈感应发电机中的转子绕组得到了保护,但此时因为失去了变频器组的控制,双馈感应发电机的定子电压高于通过励磁使发电机感应的电压,所以发电机的工作状态相当于电动机方式运行,定子之间建立磁场所需的大量无功功率将从电网中吸收,这将导致电网电压稳定性的进一步恶化。

实用新型内容

[0009] 本实用新型的目的是提供一种低电压穿越控制装置和风力发电设备,以实现双馈感应风力发电设备的低电压穿越能力,且简化结构设计,减少从电网吸收的无功功率。

[0010] 为实现上述目的,本实用新型提供了一种低电压穿越控制装置,包括:

[0011] 定子断路器,处于常闭状态,串联在双馈感应发电机的定子与电网之间;

[0012] 撬棍保护电路断路器,处于常闭状态,与双馈感应发电机的转子和变频器组之间的连接点连接;

[0013] 晶闸管和分流电路,通过所述撬棍保护电路断路器串联至转子;

[0014] 控制模块,包括电压监测单元,定子控制单元、撬棍开关控制单元和晶闸管控制单元,其中,

[0015] 所述电压监测单元与电网和变频器组的直流母线相连,监测所述电网和直流母线的电压值;

[0016] 所述晶闸管控制单元与所述电压监测单元和晶闸管分别相连,在所述电压监测单元监测到直流母线的电压值高于设定门限值的状态下控制所述晶闸管闭合,以所述分流电路对所述变频器组进行分流保护;

[0017] 所述定子控制单元与所述电压监测单元、晶闸管控制单元和定子断路器分别相连,在识别到所述晶闸管控制单元已控制所述晶闸管闭合的状态下,所述定子控制单元控制所述定子断路器断开,且在所述电压监测单元监测到电网的电压值等于或大于设定门限值的状态下控制所述定子断路器闭合;

[0018] 所述撬棍开关控制单元与所述定子控制单元和撬棍保护电路断路器分别相连,在识别到所述定子控制单元已控制所述定子断路器断开的状态下,所述撬棍开关控制单元控制所述撬棍保护电路断路器完成断开再闭合的操作。

[0019] 为实现上述目的,本实用新型还提供了一种包括本实用新型低电压穿越控制装置的风力发电设备,该设备还包括叶轮、传动装置、双馈感应发电机以及由机侧变频器和网侧变频器构成的变频器组,所述机侧变频器和所述网侧变频器通过直流母线相连;所述双馈感应发电机的定子连接至电网;所述双馈感应发电机的转子通过变频器组连接至电网,其中:所述定子断路器串联在所述定子与电网之间;所述撬棍保护电路断路器与所述转子与变频器组之间的连接点连接。

[0020] 由以上技术方案可知,本实用新型采用定子断路器在电网电压跌落时切断定子与

电网连接的技术手段避免了风力发电设备在电网电压跌落时从电网吸收无功功率的不利影响,另外,本实用新型以控制撬棍保护电路断路器断开再闭合的技术手段,既能够使分流电路能够在电压跌落时分流,从而维持变频器组不脱网,实现低电压穿越功能,又可以在电压恢复时以撬棍保护电路断路器闭合控制晶闸管,以便等待下一次电压跌落时进行保护。本实用新型的低电压穿越控制装置结构简单,成本显著降低。

附图说明

[0021] 图 1 为现有技术中采用双馈感应发电机的风力发电设备的基本结构示意图;

[0022] 图 2 为本实用新型实施例一提供的低电压穿越控制装置应用于风力发电设备的结构示意图;

[0023] 图 3 为本实用新型实施例三提供的风力发电设备的结构示意图。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。

[0025] 实施例一

[0026] 图 2 为本实用新型实施例一提供的低电压穿越控制装置应用于风力发电设备的结构示意图。该控制装置具体可以应用于 DFIG 风力发电设备的电路之中。DFIG 风力发电设备的基本结构包括:叶轮 10、传动装置 11、双馈感应发电机 13 和变频器组,变频器组通常包括以直流母线 14 相连的机侧变频器 3 和网侧变频器 4。叶轮 10 通过传动装置 11 连接双馈感应发电机 13 的转子,带动转子转动。转子通过机侧变频器 3 和网侧变频器 4 连接至电网 12。双馈感应发电机 13 的定子直接连接至电网 12。

[0027] 本实施例的控制装置具体包括:定子断路器 1、撬棍保护电路断路器 5、晶闸管 7 和分流电路、以及控制模块 9,其中,晶闸管 7 和分流电路又可合称为撬棍保护电路。其中,定子断路器 1 在正常工作过程中处于常闭状态,串联在双馈感应发电机 13 的定子与电网 12 之间;撬棍保护电路断路器 5 在正常工作过程中处于常闭状态,与双馈感应发电机 13 的转子与变频器组之间的连接点连接,能够将变频器组连接至电位较低的点,例如可以连接至地线;晶闸管 7 和分流电路通过撬棍保护电路断路器 5 串联至转子,晶闸管 7 又可称为可控硅,具有正极、负极和门极。分流电路具体包括整流桥 6 和释放电阻 8,整流桥 6 能够将变频器组的交流电转换为直流电进行分流。具体应用中,以晶闸管 7 的正极和负极串联整流桥 6 和释放电阻 8。控制模块 9 具体包括电压监测单元 91、定子控制单元 92、撬棍开关控制单元 93 和晶闸管控制单元 94。其中,电压监测单元 91 与电网 12 和变频器组的直流母线 14 相连,用于监测电网 12 和直流母线 14 的电压值;晶闸管控制单元 94 与电压监测单元 91 和晶闸管 7 分别相连,在电压监测单元 91 监测到直流母线 14 的电压值高于设定门限值的状态下,控制晶闸管 7 闭合,从而使分流电路能够对变频器组进行分流保护;定子控制单元 92 与电压监测单元 91、晶闸管控制单元 94 和定子断路器 1 相连,在识别到晶闸管控制单元 94 已控制晶闸管 7,使晶闸管 7 处于闭合的状态下,定子控制单元 92 控制定子断路器 1 断开;

撬棍开关控制单元 93 与定子控制单元 92 和撬棍保护电路断路器 5 分别相连,在识别到定子控制单元 92 已控制定子断路器 1 处于断开的状态下,撬棍开关控制单元 93 控制撬棍保护电路断路器 5 完成断开再闭合的操作。此后,在电压监测单元 91 监测到电网 12 的电压值等于或大于设定门限值的状态下,定子控制单元 92 还控制定子断路器 1 闭合。

[0028] 在上述技术方案中,分流电路起到旁路分流,从而对机侧变频器 3 旁路起到保护作用。具体电路结构可以包括串联的整流桥 6 和释放电阻 8,如图 2 所示。分流电路、晶闸管 7 和撬棍保护电路断路器 5 为串联即可。具体应用中,在网侧变频器 4 与电网 12 之间设置网侧断路器 2,以便在必要的时候控制变频器组脱网。

[0029] 本实施例中低电压穿越控制装置的工作流程具体为:

[0030] 当电压监测单元 91 监测到变频器组直流母线 14 的电压值高于设定门限值时,晶闸管控制单元 94 即控制晶闸管 7 闭合,具体可以通过向晶闸管 7 的门极通入正向电压来触发,由于此时撬棍保护电路断路器 5 处于闭合状态,所以晶闸管 7 正极有正向电压,当晶闸管 7 门极通入正向电压时晶闸管 7 即闭合;

[0031] 晶闸管 7 闭合使得分流电路连入转子的回路,对变频器组进行旁路分流,从而避免过电流和过电压对变频器组的损坏,使风力发电机组在电网 12 电压跌落时不必脱网,实现了 LVRT 功能;

[0032] 当晶闸管控制单元 94 控制晶闸管 7 闭合之后,定子控制单元 92 随后立即控制定子断路器 1 断开,具体可以是在晶闸管 7 闭合的设定间隔时间之后即触发定子断路器 1 断开,设定的间隔时间通常为毫秒级别。定子断路器 1 断开使得定子与电网 12 断开连接,则避免了从电网 12 吸收无功功率,在晶闸管 7 闭合之后才控制定子断路器 1 断开,可以有效避免定子断路器 1 先动作时导致变频器组受损的问题;

[0033] 当定子断路器 1 断开之后,撬棍开关控制单元 93 控制撬棍保护电路断路器 5 进行断开再闭合的动作。由于定子已经断开与电网 12 的连接,所以此时电网 12 的低电压也不会再对变频器组构成影响。撬棍保护电路断路器 5 的断开可以使晶闸管 7 的正极与正向电压断开,从而使晶闸管 7 断开。当撬棍保护电路断路器 5 再闭合时,由于晶闸管 7 的门极已经无正向电压输入所以晶闸管 7 不会再闭合。上述断开再闭合操作恢复了撬棍保护电路在下一次电网电压跌落时的保护功能;

[0034] 保持上述状态,直到电网 12 的电压恢复,电压监测单元 91 监测到电网 12 的电压值等于或大于设定门限值时,变频器组控制双馈感应发电机 13 进行同步,定子控制单元 92 控制定子断路器 1 闭合,恢复正常的发电工作模式。

[0035] 经过上述操作之后,低电压穿越控制装置又恢复到正常工作状态,当监测到下一次电网电压跌落时再重复执行上述操作。

[0036] 本实施例针对目前的主流机型 DFIG 风力发电设备提供了低电压穿越控制装置,上述技术方案的优点在于:1、当电网电压跌落到设定门限值以下时,可以触发晶闸管闭合,以分流电路来保护变频器,避免变频器由于过电压、过电流而损坏;定子断路器能够在进行低电压保护的同时断开定子与电网的连接,从而避免定子间产生磁场而从电网吸收无功功率,并且,定子在电网故障时脱网,可以减少电网恢复时由于电网的突变引发的风机无功、有功的抖动,直至电网的电压恢复之后才闭合定子与电网的连接,可以避免上述恢复瞬间的冲击;变频器在低电压穿越过程中始终保持并网状态,即没有脱离与电网的连接,因此可

以通过转子向电网提供无功功率,支撑电网电压恢复。

[0037] 综上所述,本实施例的技术方案以简单优化的电路结构和控制策略实现了对双馈感应风力发电设备的 LVRT 控制,能够提高风力发电机的并网时间、发电量,在电网电压跌落时有效减少变频器的损坏,且具备良好的 LVRT 能力,对电网提供有力支撑,增强了电网的稳定性。

[0038] 本实施例的低电压穿越控制装置尤其适用于兆瓦 (MW) 级的双馈变速恒频风力发电机组,例如,3MW 的发电机组,但并不限于此,本实用新型实施例的技术方案可以广泛适用于各种双馈感应式风力发电设备。

[0039] 实施例二

[0040] 本实用新型实施例二提供了风力发电设备的技术方案,该风力发电设备可以包括本实用新型提供的低电压穿越控制装置,还包括叶轮 10、传动装置 11、双馈感应发电机 13 以及由机侧变频器 3 和网侧变频器 4 构成的变频器组,机侧变频器 3 和网侧变频器 4 通过直流母线 14 相连;双馈感应发电机 13 的定子连接至电网 12;双馈感应发电机 13 的转子通过变频器组连接至电网 12,其中:定子断路器 1 串联在定子与电网 12 之间;撬棍保护电路断路器 5 与转子与变频器组之间的连接点连接。具体结构可参见本实用新型实施例一及附图 2 所示的内容。

[0041] 实施例三

[0042] 图 3 为本实用新型实施例三提供的风力发电设备的结构示意图,本实施例可以以上述实施例二为基础,进一步的,在机侧变频器 3 和网侧变频器 4 之间的直流母线 14 上还连接有电压控制单元 15,该电压控制单元 15 在监测到直流母线 14 的电压值高于设定门限值时控制与直流母线 14 连接的制动电阻 (Dynamic Brake Resistor;以下简称:DBR) 电路 16 对变频器组进行降压,即控制直流母线 14 电压降低。

[0043] 采用本实施例的技术方案,可以在使用分流电路降压之前先对变频器组提供保护,确保变频器组的安全运行。

[0044] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本实用新型的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本实用新型进行了详细的说明,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实用新型各实施例技术方案的精神和范围。

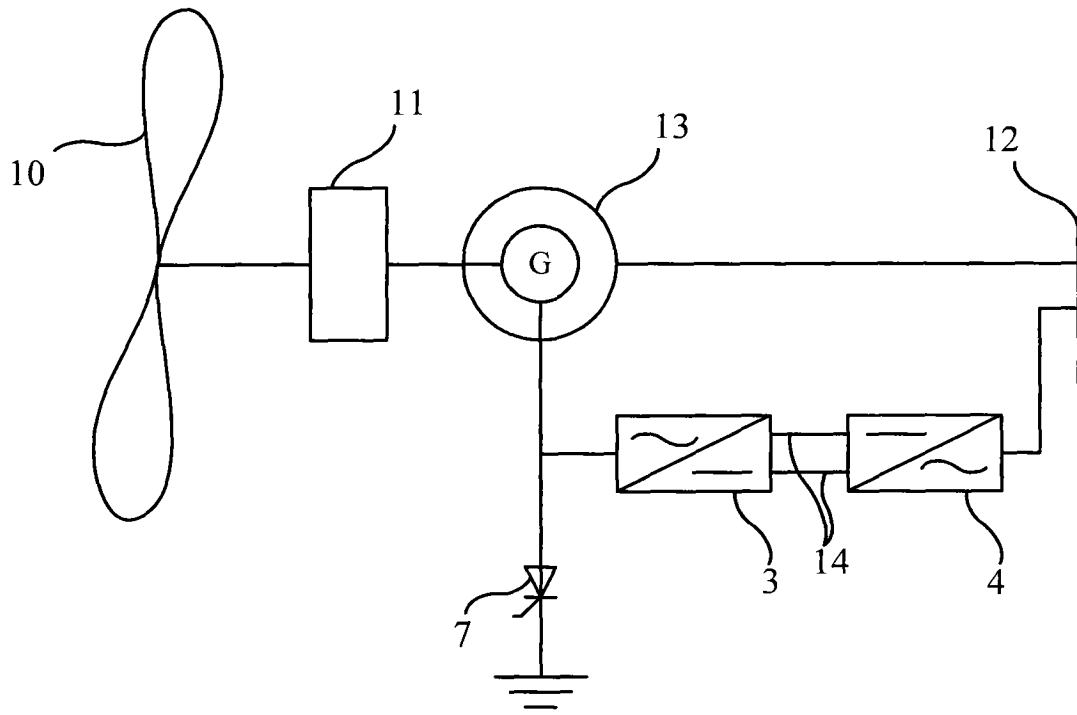


图 1

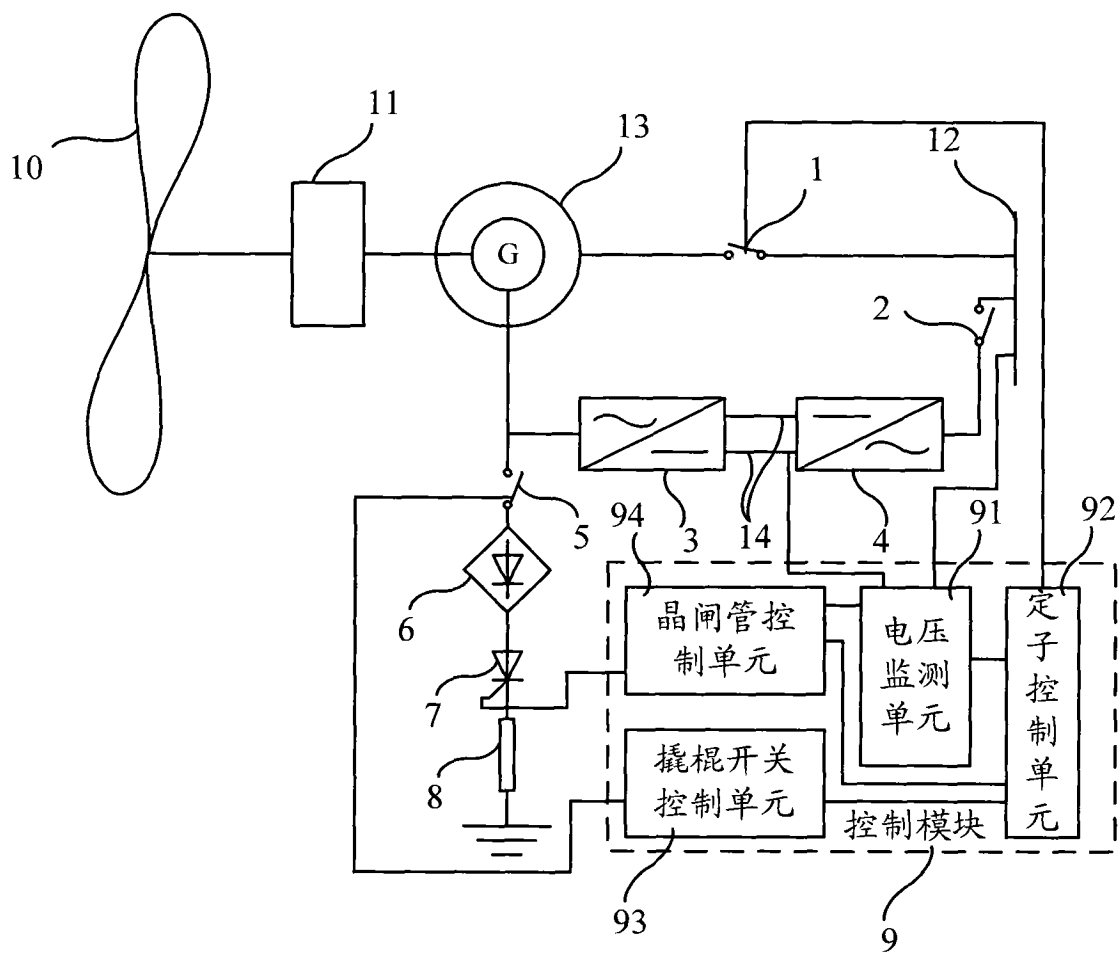


图 2

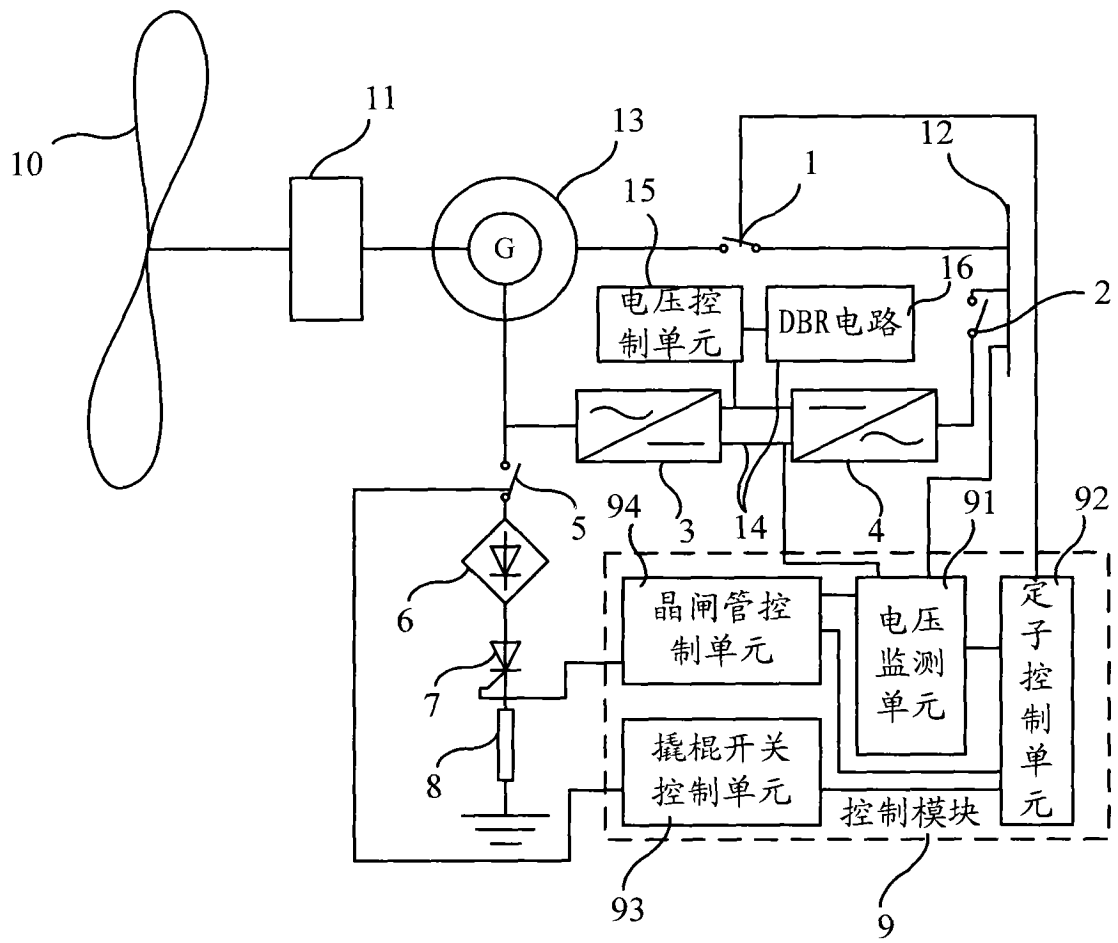


图 3