



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205544327 U

(45)授权公告日 2016.08.31

(21)申请号 201620176042.5

(22)申请日 2016.03.09

(73)专利权人 湖南馨雅林工程技术有限公司

地址 410000 湖南省长沙市雨花区环保中路188号长沙国际企业中心第5、6栋B单元B601房

(72)发明人 刘建发 罗马良 宋芳 刘兵

(74)专利代理机构 广州凯东知识产权代理有限公司 44259

代理人 李勤辉

(51)Int.Cl.

H02J 3/38(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

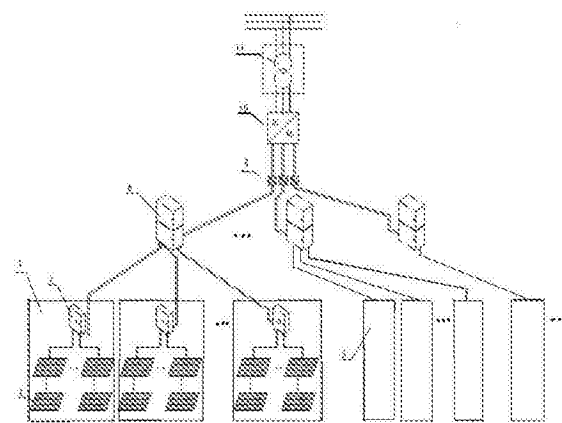
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

一种直流升压集中逆变光伏发电系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种直流升压集中逆变光伏发电系统,包括控制单元、多个直流升压发电单元和一个集中式逆变器,每个直流升压发电单元均包括直流输入支路、直流升压柜、DC-DC装置,所述直流输入支路不少于两个,多个直流输入支路的输出端并联接入直流升压柜的输入端,所述直流升压柜在柜内将多个直流输入支路的输出端电路串联,以一回路从直流升压柜的输出端输出至一个DC-DC装置的输入端,分别与各个直流升压发电单元的DC-DC装置的输出端连接,各直流电缆并联后接入集中式逆变器的直流侧,所述集中式逆变器的交流侧接入公共中高压交流电网。本实用新型构造简单、投资小、利用率高、线路损耗少、成本低、容易检修、保护功能强。



1. 一种直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:包括控制单元(12)、多个直流升压发电单元(22)和一个集中式逆变器(10),每个直流升压发电单元(22)均包括一个直流升压柜(6)、DC-DC装置(8)和多个直流输入支路(3),每个直流输入支路(3)的正负输入端分别连接至该支路的光伏组件(1)的正负输出端,多个直流输入支路(3)的正负输出端并联接入直流升压柜(6)的输入端,所述直流升压柜(6)在柜内将多个直流输入支路(3)并联汇流成的多路正极和负极串联,并以一回路从直流升压柜(6)的输出端输出至一个DC-DC装置(8)的输入端,分别与各个直流升压发电单元(22)的DC-DC装置(8)的输出端连接的各直流电缆(9)并联后接入集中式逆变器(10)的直流侧,所述集中式逆变器(10)的交流侧接入公共中高压交流电网,每个直流输入支路(3)上设有检测单元(13)和最大功率跟踪单元(14),所述控制单元(12)根据检测单元(13)检测的每一支路电压和电流控制每一支路的光伏组件以最大功率输出。

2. 根据权利要求1所述直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:所述检测单元(13)包括测量所述光伏组件直流电电流大小的电流检测单元(15)、检测所述光伏组件直流电电压大小的电压检测单元(17)和与所述电流检测单元和电压检测单元相连接的用于将电流大小数据和电压大小数据转换成数字信号的模数转换单元(16);所述控制单元(12)根据数字信号确定所述光伏组件直流电的电流大小和电压大小。

3. 根据权利要求2所述的直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:所述最大功率跟踪单元(14)包括升压电路(21),所述控制单元(12)根据确定的所述光伏组件直流电的电流大小和电压大小对该直流输入支路(3)的升压电路(21)进行控制,直到该升压电路的输出电压达到该直流输入支路的光伏组件的最大输出功率所对应的电压。

4. 根据权利要求2所述直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:所述检测单元(13)还包括显示单元(18)、向所述控制单元输入控制命令的输入单元(19)和用于当所述光伏组件直流电超出预设范围时和/或其他组件出现故障时发出报警信息的报警单元(20),所述显示单元用于显示检测的电流大小数据、电压大小数据和/或组件的工作状态。

5. 根据权利要求1所述直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于,每一直流升压发电单元中(22),每一直流输入支路(3)包括不少于两个的光伏组件(1)相互串联而成的光伏组串和与光伏组串并联的直流汇流箱(2),所述直流汇流箱(2)的输出端并联接入直流升压柜(6)的输入端。

6. 根据权利要求5所述直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:每一直流升压发电单元中,所述多个直流汇流箱(2)依次排列,所述直流汇流箱的输出端分为正极输出端和负极输出端,直流升压柜内与直流升压柜输入端连接的第一个直流汇流箱(2)的正极输出端和与直流升压柜输入端连接的最后一个直流汇流箱的负极输出端,以一回路与直流升压柜的输出端相连,其余各个相邻直流汇流箱的输出端的正负极相互连接。

7. 根据权利要求1或6所述直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:每一直流升压发电单元中,所述直流升压柜(6)包括多个低压直流断路器(4)和铜排(5),多个直流汇流箱(2)内的低压直流电经直流升压柜(6)升压、低压直流断路器(4)限流后经铜排(5)输送至一个DC-DC装置(8)。

8. 根据权利要求7所述直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:每一直流升压发电单元中,所述直流升压柜还包括输入端与铜排(5)相连、输出端与DC-DC装置(8)相连的一

个直流断路器(7)。

9.根据权利要求8所述直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:所述DC-DC装置(8)通过直流电缆(9)与集中式逆变器(10)的直流侧相连。

10.根据权利要求5所述直流升压集中逆变光伏发电系统,其特征在于:所述直流升压集中逆变光伏发电系统还包括原边侧与集中式逆变器(10)相连,副边侧与公共中高压交流电网连接的升压变压器(11),所述直流汇流箱(2)均安装在其对应的光伏组件(1)附近,以使得每个直流汇流箱与其对应的光伏组件之间的低压直流电缆的长度最短。

一种直流升压集中逆变光伏发电系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及太阳能光伏发电技术领域,具体说是一种直流升压集中逆变光伏发电系统。

背景技术

[0002] 能源是经济、社会发展和改善人民生活的重要的物质,能源问题是一个国家发展的关键。随着光伏发电规模的日益增大,光伏产能不再局限于作为补充能源,而是朝着可替代能源的方向迈进。然而,由于经济发展和可再生资源布局的不均衡,我国的能源中心与负荷中心之间的距离跨度很大,作为能源中心的太阳能发电场主要集中在西北偏远地区,而作为负荷中心的经济发达地区则集中在东部沿海;同时,太阳能发电需要电网提供额外的调峰容量,但西北偏远地区的调峰能力不足,导致太阳能发电面临着规模化发展的外送消纳问题。在这场“能源革命”的影响下,现行光伏发电的概念、光伏电站的结构、并网发电装置以及相应的运行技术在应对超大规模可再生新能源的消纳方面越来越力不从心。

[0003] 而目前,现有的太阳能光伏发电系统,是先将低压直流电通过逆变器逆变为低压交流电,然后再通过变压器升压。此太阳能光伏发电系统的光伏组件到变压器之间都采用低压传输路线,导致低压传输路线过长,线路损耗过大;而且每组光伏组件对应一个逆变器、一个变压器,多个光伏组件即需要多个逆变器和多个变压器,其构造复杂、投资大、利用率过低;并且现有的太阳能光伏发电系统中多个汇流箱至变压器的线路采取一般的串联方式,即汇流箱与汇流箱在变压器之外两两串联,当系统发生故障时,需检修整个系统线路部件,不易于操作。

实用新型内容

[0004] 针对上述问题,本实用新型提供一种构造简单、投资小、利用率高、线路损耗少、成本低、容易检修、保护功能强的直流升压集中逆变光伏发电系统。

[0005] 本实用新型解决上述技术问题所采用的技术方案为:包括控制单元、多个直流升压发电单元和一个集中式逆变器,每个直流升压发电单元均包括一个直流升压柜、DC-DC装置和多个直流输入支路,每个直流输入支路的正负输入端分别连接至该支路的光伏组件的正负输出端,多个直流输入支路的正负输出端并联接入直流升压柜的输入端,所述直流升压柜在柜内将多个直流输入支路并联汇流成的多路正极和负极串联,并以一回路从直流升压柜的输出端输出至一个DC-DC装置的输入端,分别与各个直流升压发电单元的DC-DC装置的输出端连接的各直流电缆并联后接入集中式逆变器的直流侧,所述集中式逆变器的交流侧接入公共中高压交流电网;每个直流输入支路上设有检测单元和最大功率跟踪单元,所述控制单元根据检测单元检测的每一支路电压和电流控制每一支路的光伏组件以最大功率输出。所述实用新型一个系统采用多条可并列同步运行的直流升压发电单元,可以同时太阳能光伏组件的低压直流电变流变压,满足公共中高压交流电网单位时间内需求量大要求,而且采用先将多个低压直流电升压成中高压直流电、然后再采用集中式逆变器将

中高压直流电逆变成电网所需要的中高压交流电的方法,同时使直流升压柜与逆变器之间采用中高压直流电输送,解决了现有技术中直流升压柜与逆变器间采用低压交流电输送会导致的线路损耗的问题,降低了电缆成本;并且直流电缆相比交流电缆具有更好的载波稳定性,可降低二次系统的安装要求和投入;同时,所述实用新型的多个直流输入支路集中连接一个直流升压柜,解决了现有技术中每个直流输入支路连接一个直流升压柜导致的升压柜过多、成本过大的问题;进一步的,本发明的直流汇流箱与直流升压柜的连接不同于现有技术的一般串联,本发明多个直流汇流箱的输出端先是以并联方式接入了直流升压柜的输入端,然后在直流升压柜内,直流升压柜的输入端和输出端之间再将各直流汇流箱的输出端线路进行串联,这种连接方式在各直流升压发电单元发生故障时,能一一检测各并联线路,看具体是哪一条线路出现了问题,解决了一旦线路出现问题则需要整个系统每个部件都必须逐一进行排查的问题,缩小了检修范围,提高了效率,也更好的起到了防止短路和保护的作用;再者,所述实用新型每个直流升压发电单元中多个中高压直流电集中连接一个DC-DC装置,集中由一个DC-DC装置稳压,解决了现有技术中每个汇流箱连接一个DC-DC装置而导致的DC-DC装置过多、效率低下的问题,也解决了中西部电流电压远距离运输不稳定的问题,且从整体上来说,所述实用新型简化各部件,集中式管理,容易控制。

[0006] 作为优选,所述检测单元包括测量所述光伏组件直流电电流大小的电流检测单元、检测所述光伏组件直流电电压大小的电压检测单元和与所述电流检测单元和电压检测单元相连接的用于将电流大小数据和电压大小数据转换成数字信号的模数转换单元;所述控制单元根据数字信号确定所述光伏组件直流电的电流大小和电压大小。

[0007] 作为优选,所述最大功率跟踪单元包括升压电路,所述控制单元根据确定的所述光伏组件直流电的电流大小和电压大小对该直流输入支路的升压电路进行控制,直到该升压电路的输出电压达到该直流输入支路的光伏组件的最大输出功率所对应的电压。

[0008] 作为优选,所述检测单元还包括显示单元、向所述控制单元输入控制命令的输入单元和用于当所述光伏组件直流电超出预设范围时和/或其他组件出现故障时发出报警信息的报警单元,所述显示单元用于显示检测的电流大小数据、电压大小数据和/或组件的工作状态;输入单元可以方便用户将控制信息输入到汇流单元中,实现对智能光伏汇流箱的控制;报警单元可以将故障信息和异常信息通过显示单元显示或者通过报警声音发出报警,此外控制单元可对输入单元和报警单元的开启或关闭进行控制。

[0009] 作为优选,每一直流升压发电单元中,每一直流输入支路包括不少于两个的光伏组件相互串联而成的光伏组串和与光伏组串并联的直流汇流箱,所述直流汇流箱的输出端并联接入直流升压柜的输入端。所述实用新型的光伏组件由多个串联而成,使光伏组件接收太阳能后可以形成更多的光伏能量,用来升压发电;直流汇流箱和直流升压柜输入端之间的并联,有利于电路的保护和检修。

[0010] 作为优选,每一直流升压发电单元中,所述多个直流汇流箱依次排列,所述直流汇流箱的输出端分为正极输出端和负极输出端,直流升压柜内与直流升压柜输入端连接的第一个直流汇流箱的正极输出端和与直流升压柜输入端连接的最后一个直流汇流箱的负极输出端,以一回路与直流升压柜的输出端相连,其余各个相邻直流汇流箱的输出端的正负极相互连接。如此设置,使多个中高压直流电形成一个回路输出,从而给连接一个DC-DC装置创造了连接条件。

[0011] 作为优选,每一直流升压发电单元中,所述直流升压柜包括多个低压直流断路器和铜排,多个直流汇流箱内的低压直流电经直流升压柜升压、低压直流断路器限流后经铜排输送至DC-DC装置。所述低压直流断路器的设置能起到保护、限流、隔离的作用,当流入直流升压柜内的低压直流电发生电流过大时、线路短路等故障时,直流断路器可迅速分断其故障电流,保护了整个直流升压集中逆变光伏发电系统;铜排的设置相对于一般电缆线来说,导电性能高,能更快、更安全的在系统中起到输送电流和连接电气设备的作用;且所述低压直流断路器设置在直流升压柜内,可防止人员触碰和自然环境的损耗。

[0012] 作为优选,每一直流升压发电单元中,所述直流升压柜还包括输入端与铜排相连、输出端与DC-DC装置相连的一个直流断路器。在所述系统设置了低压直流断路器的前提下,电流流经直流升压柜后系统还设置了一个直流断路器,起到双重保护作用,防止中高压直流线路发生短路等故障。

[0013] 作为优选,所述DC-DC装置通过直流电缆与集中式逆变器的直流侧相连。直流电缆相比交流电缆具有更好的载波稳定性,可降低二次系统的安装要求和投入。

[0014] 作为优选,所述直流升压集中逆变光伏发电系统还包括原边侧与集中式逆变器相连,副边侧与公共中高压交流电网连接的升压变压器,所述直流汇流箱均安装在其对应的光伏组件附近,以使得每个直流汇流箱与其对应的光伏组件之间的低压直流电缆的长度最短;此发明解决了某些特殊场合需要接入更高的电压等级的需求。

附图说明

[0015] 图1是本实用新型一种优选方式的电路连接结构示意图;

[0016] 图2是本实用新型所述直流升压发电单元中直流升压柜内具体电路连接结构示意图;

[0017] 图3是本实用新型一种优选方式的结构框图。

具体实施方式

[0018] 下面将结合图1、图2和图3详细说明本实用新型,在此本实用新型的示意性实施例以及说明用来解释本实用新型,但并不作为对本实用新型的限定。

[0019] 需要说明的是,本实用新型中所有出现的“中高压”(无论是直流还是交流)均涵盖了3kV ~ 800kV 之间的所有电压等级,例如,其电压等级可以是但不限于:5kV、9kV、20kV、35kV、55kV、120kV、220kV、330kV、500kV、760kV等。

[0020] 一种直流升压集中逆变光伏发电系统,包括控制单元12、多个直流升压发电单元22和一个集中式逆变器10,每个直流升压发电单元均包括一个直流升压柜6、DC-DC装置8和多个直流输入支路3,每个直流输入支路3的正负输入端分别连接至该支路的光伏组件1的正负输出端,多个直流输入支路的正负输出端并联接入直流升压柜6的输入端,所述直流输入支路3不少于两个,所述直流升压柜在柜内将多个直流输入支路并联汇流成的多路正极和负极串联,并以一回路从直流升压柜的输出端输出至一个DC-DC装置8的输入端,分别与各个直流升压发电单元的DC-DC装置的输出端连接的各直流电缆9并联后接入集中式逆变器10的直流侧,所述集中式逆变器的交流侧接入公共中高压交流电网;每个直流输入支路3上设有检测单元13和最大功率跟踪单元14,所述控制单元12根据检测单元13检测的每一支

路电压和电流控制每一支路的光伏组件1以最大功率输出。在本发明中出现的“多”均指代“至少两个”，所述系统由控制单元和多个直流升压发电单元和一个集中式逆变器组成，直流升压发电单元中的多个直流输入支路3中的低压直流电经一个直流升压柜6升压形成多个中高压直流电，所述多个高中压直流连接一个DC-DC装置8，经一个DC-DC装置集中稳压后，再由集中式逆变器10逆变成交流电后接入公共中高压交流电网；所述检测单元13包括测量所述光伏组件直流电电流大小的电流检测单元15、检测所述光伏组件直流电电压大小的电压检测单元17和与所述电流检测单元和电压检测单元相连接的用于将电流大小数据和电压大小数据转换成数字信号的模数转换单元16；所述控制单元12根据数字信号确定所述光伏组件直流电的电流大小和电压大小；所述最大功率跟踪单元14包括升压电路21，所述控制单元根据确定的所述光伏组件直流电的电流大小和电压大小对该直流输入支路的升压电路进行控制，直到该升压电路的输出电压达到该直流输入支路的光伏组件的最大输出功率所对应的电压；所述检测单元还包括显示单元18、向所述控制单元输入控制命令的输入单元19和用于当所述光伏组件直流电超出预设范围时和/或其他组件出现故障时发出报警信息的报警单元20，所述显示单元用于显示检测的电流大小数据、电压大小数据和/或组件的工作状态；

[0021] 每一直流升压发电单元中，每一直流输入支路3包括不少于两个的光伏组件1相互串联而成的光伏组串和与光伏组串并联的直流汇流箱2，所述直流汇流箱2的输出端并联接入直流升压柜6的输入端。

[0022] 每一直流升压发电单元中，所述多个直流汇流箱2依次排列，所述直流汇流箱的输出端分为正极输出端和负极输出端，直流升压柜内与直流升压柜输入端连接的第一个直流汇流箱的正极输出端和与直流升压柜输入端连接的最后一个直流汇流箱的负极输出端，以一回路与直流升压柜的输出端相连，其余各个相邻直流汇流箱的输出端的正负极相互连接。

[0023] 每一直流升压发电单元中，所述直流升压柜6包括多个低压直流断路器4和铜排5，多个直流汇流箱2内的低压直流电经直流升压柜6升压、低压直流断路器4限流后经铜排5输送至DC-DC装置8；所述直流升压系统还包括输入端与铜排相连、输出端与DC-DC装置相连的一个直流断路器7。所述DC-DC装置8通过直流电缆9与集中式逆变器10的直流侧相连。

[0024] 在具体实施过程中，每一直流升压发电单元中， m 、 n 不少于2， m 个光伏组件串联成一个光伏组串， n 个光伏组串并联接入 n 个直流汇流箱，直流汇流箱将低压直流电汇流后并联接入直流升压柜内输入端，各输入端再分别与各相对应的低压直流断路器连接，所述多个直流汇流箱依次排列，所述直流汇流箱的输出端分为正极输出端和负极输出端，所述直流升压柜内包括多个依次排列的与所述 n 个直流汇流箱相对应的低压直流断路器，每个低压直流断路器的输出端分为正极输出端和负极输出端，第一个低压直流断路器的负极输出端与第二个低压直流断路器的正极输出端通过铜排相连，第二个低压直流断路器的负极输出端与第三个的正极输出端通过铜排连接，依此类推，直至最后一个低压直流断路器的负极输出端接入直流断路器的输入端，而第一个低压直流断路器的正极输出端也接入直流断路器的输入端，即以一回路接入一个直流断路器，其直流断路器的输出端与一个DC-DC装置的输入端相连，然后DC-DC装置的输出端与一个集中式逆变器的直流侧相连，其集中式逆变器的交流侧直接接入电网。

[0025] 各直流输入支路的太阳能电池串列的输出电压 UPV 大于或等于汇流箱后级所接逆变器的额定输入电压 U_{in} 时,即 $UPV \geq U_{in}$,MPPT 单元中的开关管处于截止状态,电池串列的输出电压 UPV 直接通过电感和二极管,输出到MPPT 单元的输出端,此时MPPT 单元无最大功率跟踪功能,此时各支路光伏组件的输出功率 $P = U_{in} \cdot I_{pv}$,其中, I_{pv} 为各支路光伏组件的输出电流,这是因为此时汇流箱的输出端接在逆变器的输入端,当汇流箱的输出电压大于逆变器的输入电压时,逆变器设定的输入直流母线电压将汇流箱的输出电压拉至逆变器的输入电压 U_{in} ;当汇流箱各直流输入支路的太阳能电池串列的输出电压 UPV 小于汇流箱后级所接逆变器的额定输入电压 U_{in} 时,即 $UPV < U_{in}$,MPPT 单元中的开关管以高频方式进行脉冲宽度调制(PWM),对相应光伏组件的输出电压进行升压控制,直到MPPT 单元的输出电压达到相应光伏组件的最大输出功率所对应的电压,此时相应光伏组件的输出功率达到最大。

[0026] 所述直流汇流箱均安装在其对应的光伏组件附近,以使得每个直流汇流箱与其对应的光伏组件之间的低压直流电缆的长度最短,从而有效降低直流损耗,提高效率。

[0027] 为了进一步提高所述直流升压系统的稳定性,所述实用新型采用了低压直流断路器和直流断路器限流,能准确的保护系统装置免受过载、短路等故障危害。

[0028] 所述直流升压集中逆变光伏发电系统还包括原边侧与集中式逆变器相连,副边侧与公共中高压交流电网连接的升压变压器11;在集中式逆变器的交流侧输出的交流电压低于待接入的公共中高压交流电网的电压等级时,对中集中式逆变器的交流侧输出的交流电压进行升压处理,以使其满足待接入的公共中高压交流电网的电压等级,当然,如果集中式逆变器的交流侧输出的交流电压满足待接入的公共中高压交流电网的电压等级,则不需要设置升压变压器,即集中式逆变器的交流侧直接接入中高压交流电网。在本发明中,所述升压变压器采用高绝缘等级的高频升压变压器,实际绝缘等级和工作频率范围可由本领域技术人员根据其对应的一组光伏组件的工作电压自行选取。

[0029] 本实用新型的工作原理是:本系统采用多条可并列同步运行的直流升压发电单元,可以同时太阳能光伏组件的低压直流电变流变压,满足公共中高压交流电网单位时间内需求量大要求。在每一直流升压发电单元中,太阳能光伏组件将太阳能转换为低压直流电能,由于所述低压直流电能不符合待接入公共电网需要中高压交流电的要求,因此设置了多个相应的直流汇流箱将多个输入的低压直流电汇流,汇流后的低压直流电经一个直流升压柜升压后,以一回路输出,再由一个DC-DC装置稳压,稳压后的中高压直流电再经过集中式逆变器逆变为电网所需要的中高压交流电后接入公共电网;且所述控制单元可以根据检测单元检测的每一支路电压和电流控制每一支路的光伏组件以最大功率输出。所述实用新型相比传统光伏并网电站,直流变压器直接升压再变流,减少每个发电单元的逆变器和升压变,减少了厂区内设备投入和土建施工;直流升压柜至逆变器采用高压直流电输送,可减少线损,降低电缆成本;直流电缆相比交流电缆具有更好的载波稳定性,可降低二次系统的安装要求和投入;同时,在每一直流升压发电单元中,多个直流汇流箱的输出端先是以并联方式接入了直流升压柜的输入端,然后在直流升压柜内,直流升压柜的输入端和输出端之间再将各直流汇流箱的输出端线路进行串联,当在实际操作过程中,各直流升压发电单元发生故障时,所述连接方式能一一检测各并联线路,看具体是哪一条线路出现了问题,解决了一旦线路出现问题则需要整个系统每个部件都必须逐一进行排查的问题,缩

小了检修范围,提高了效率,也更好的起到了防止短路和保护的作用;所述输入单元可以方便用户将控制信息输入到汇流单元中,实现对直流升压集中逆变光伏发电系统的控制,输入单元可以是按键,通过按键可以将控制命令输入到检测模块中。为了使直流升压集中逆变光伏发电系统各组件的工作状态出现异常时能够及时发现,在本申请还可以在检测单元中设置报警单元,当汇流单元中的某个或某些组件出现故障时,或者输入到汇流单元中的电流出现异常,如过压或欠压,报警单元可以将故障信息和异常信息通过显示单元显示或者通过报警声音发出报警,此外控制单元可对输入单元和报警单元的开启或关闭进行控制。

[0030] 以上对本实用新型实施例所提供的技术方案进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本实用新型实施例的原理以及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只适用于帮助理解本实用新型实施例的原理;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本实用新型实施例,在具体实施方式以及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本实用新型的限制。

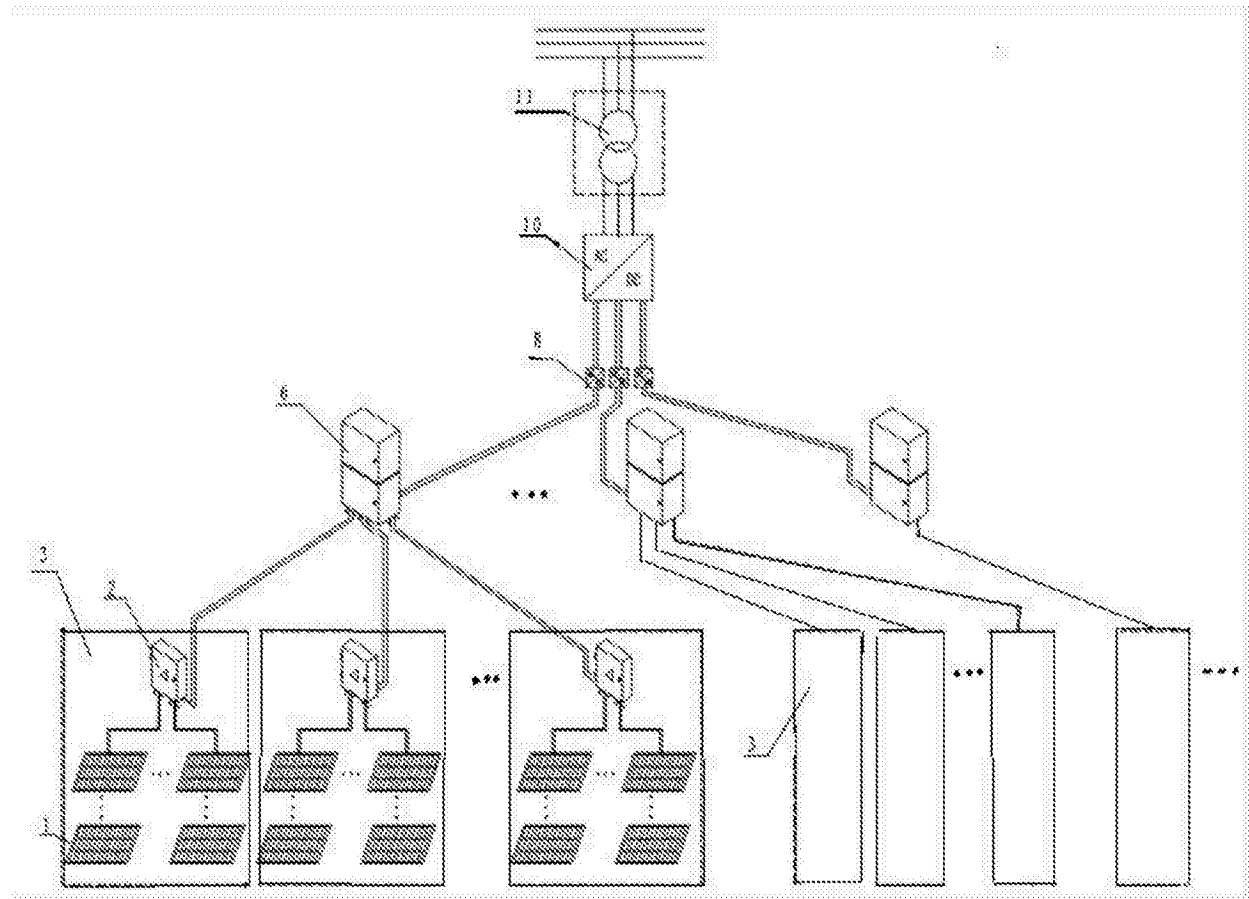


图1

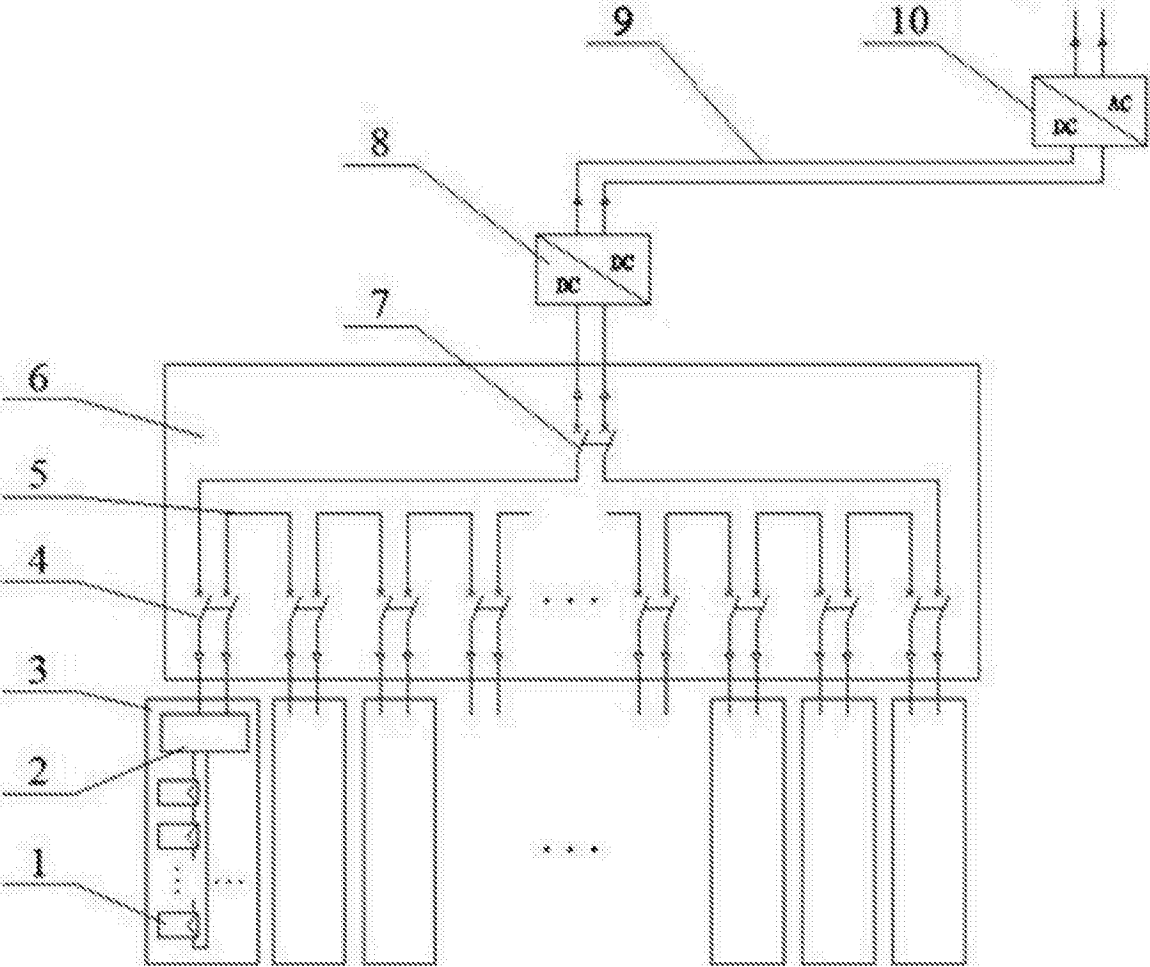


图2

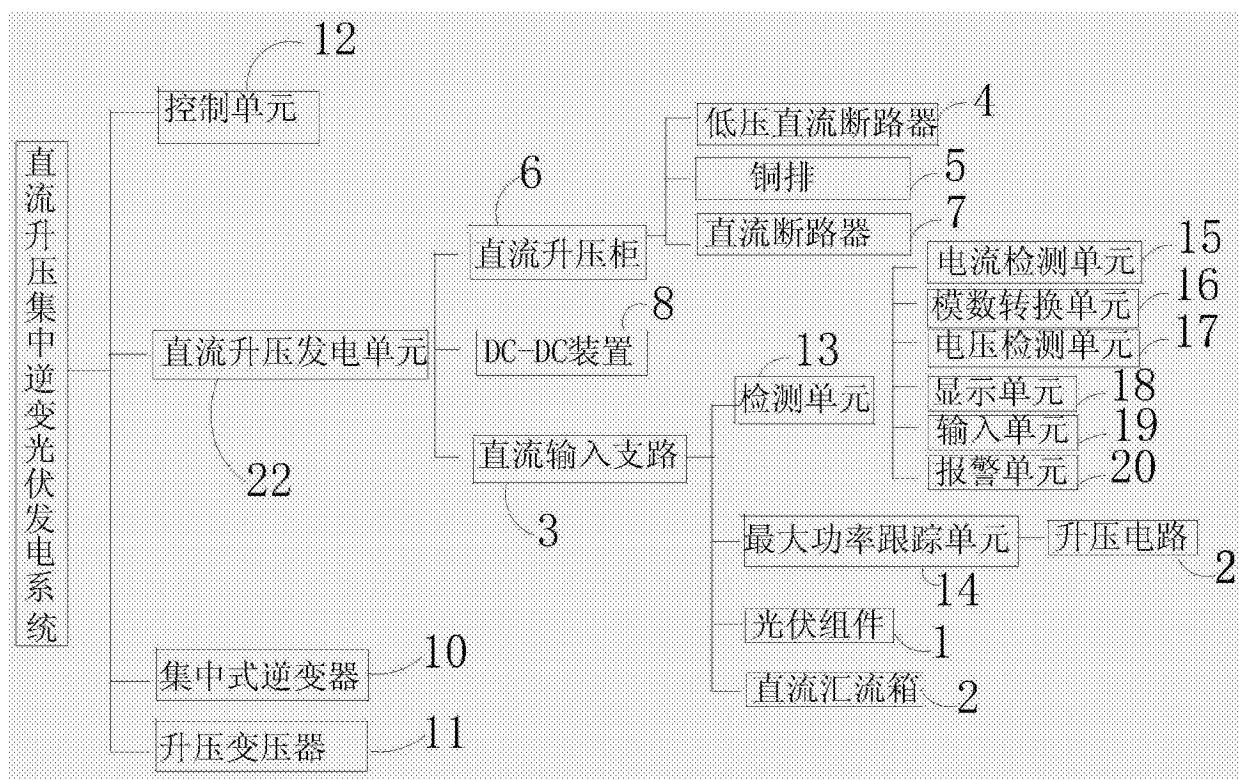


图3