



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104953614 B

(45)授权公告日 2018.05.11

(21)申请号 201510295703.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.06.02

H02J 3/38(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104953614 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2015.09.30

CN 103972928 A, 2014.08.06,  
JP 2013046503 A, 2013.03.04,  
CN 101917017 A, 2010.12.15,  
CN 202076805 U, 2011.12.14,  
CN 104638971 A, 2015.05.20,

(73)专利权人 航天科工海鹰集团有限公司  
地址 100070 北京市丰台区海鹰路1号院1  
号楼  
专利权人 中国电力科学研究院

审查员 赵梅杰

(72)发明人 霍雪娇 吕志鹏 李一凡 朱明星  
黄尧 何頤

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11201  
代理人 张大威

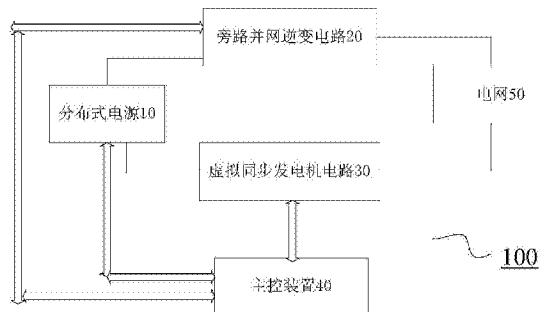
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

分布式电源并网控制系统

(57)摘要

本发明公开了一种分布式电源并网控制系统，该系统包括：分布式电源、旁路并网逆变电路、虚拟同步发电机电路和主控装置，其中，旁路并网逆变电路分别与分布式电源和电网相连；虚拟同步发电机电路分别与分布式电源和电网相连；在有并网需求时，主控装置根据虚拟同步发电机电路的状态，对分布式电源、旁路并网逆变电路和虚拟同步发电机电路进行控制以使分布式电源与电网并网运行。本发明的分布式电源并网控制系统，可以实现分布式电源与配电网的柔性连接，保证分布式电源并网的可靠性。



1. 一种分布式电源并网控制系统,其特征在于,包括:

分布式电源;

旁路并网逆变电路,所述旁路并网逆变电路分别与所述分布式电源和电网相连;

虚拟同步发电机电路,所述虚拟同步发电机电路分别与所述分布式电源和所述电网相连,所述虚拟同步发电机电路包括:

储能装置和双向直流变换器,所述双向直流变换器与所述储能装置相连;

同步逆变器,所述同步逆变器分别与所述分布式电源和双向直流变换器连接,且通过接触器与所述电网相连;

主控装置,在有并网需求时,所述主控装置根据所述虚拟同步发电机电路的状态,对所述分布式电源、所述旁路并网逆变电路和所述虚拟同步发电机电路进行控制以使所述分布式电源与所述电网并网运行;

所述主控装置还用于在所述虚拟同步发电机自检正常,且所述储能装置的电量低于预设电量时,控制所述同步逆变器和所述双向直流变换器启动,所述同步逆变器通过对所述电网的电流进行整流,并通过所述双向直流变换器为所述储能装置进行充电,直至所述储能装置的电量大于电量阈值,所述主控装置控制所述双向直流变换器和所述同步逆变器停止运行。

2. 如权利要求1所述的分布式电源并网控制系统,其特征在于,

在所述虚拟同步发电机电路正常时,所述主控装置控制所述分布式电源开启,且控制所述虚拟同步发电机电路接通,以及控制所述旁路并网逆变电路关闭,所述分布式电源通过所述虚拟同步发电机电路并入所述电网;或者,

在所述虚拟同步发电机电路异常时,所述主控装置控制所述分布式电源开启,且控制所述虚拟同步发电机电路关闭,以及控制所述旁路并网逆变电路接通,所述分布式电源通过所述旁路并网逆变电路并入所述电网。

3. 如权利要求1所述的分布式电源并网控制系统,其特征在于,所述主控装置还用于在所述虚拟同步发电机电路自检正常且所述储能装置的电量高于所述预设电量时,控制所述双向直流变换器启动以建立直流母线,并控制所述分布式电源和所述同步逆变器开启且并入所述直流母线,以及在符合并网条件时控制所述接触器吸合以使所述分布式电源并入所述电网。

4. 如权利要求3所述的分布式电源并网控制系统,其特征在于,所述主控装置还用于在所述分布式电源与所述电网并网运行时检测直流母线电压,并根据所述直流母线电压反馈信号至所述双向直流变换器,如果所述直流母线电压小于第一电压阈值,所述双向直流变换器控制所述储能装置进行放电。

5. 如权利要求4所述的分布式电源并网控制系统,其特征在于,如果所述直流母线电压大于第二电压阈值,所述双向直流变换器控制所述储能装置进行充电,其中,所述第二电压阈值大于所述第一电压阈值。

6. 如权利要求5所述的分布式电源并网控制系统,其特征在于,所述虚拟同步发电机电路还包括卸放单元,在所述直流母线电压大于所述第二电压阈值时,如果在向所述储能装置充电之后所述直流母线电压仍然大于所述第二电压阈值,则所述主控装置控制所述卸放单元进行放电。

7. 如权利要求1所述的分布式电源并网控制系统,其特征在于,所述旁路并网逆变电路包括:

并网逆变器,所述并网逆变器的一端与所述分布式电源连接;

旁路接触器,所述旁路接触器一端与所述并网逆变器的另一端相连,所述旁路逆变器的另一端与所述电网相连;

所述主控装置在所述虚拟同步发电机电路异常时,控制所述并网逆变器启动,并控制所述旁路接触器吸合。

8. 如权利要求1所述的分布式电源并网控制系统,其特征在于,所述主控装置还用于进行故障诊断,并在发生故障时根据故障等级进行提示。

## 分布式电源并网控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于电力电子技术领域,尤其涉及一种分布式电源并网控制系统。

### 背景技术

[0002] 随着能源技术的发展,分布式发电技术得到进步,分布式发电由于供电灵活、能源利用率高等特点备受推崇,但众多分布式的介入会导致电力系统控制策略的失调,最能够两全其美的办法是改善现有分布式电源的外特性,使其适应现有电力系统。

### 发明内容

[0003] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此,本发明需要提出一种分布式电源并网控制系统,该控制系统可以实现分布式电源与配电网的柔性连接,保证分布式电源并网的可靠性。

[0004] 为解决上述问题,本发明实施例提出一种分布式电源并网控制系统,该控制系统包括:分布式电源;旁路并网逆变电路,所述旁路并网逆变电路分别与所述分布式电源和电网相连;虚拟同步发电机电路,所述虚拟同步发电机电路分别与所述分布式电源和所述电网相连;和主控装置,在有并网需求时,所述主控装置根据所述虚拟同步发电机电路的状态,对所述分布式电源、所述旁路并网逆变电路和所述虚拟同步发电机电路进行控制以使所述分布式电源与所述电网并网运行。

[0005] 根据本发明实施例的分布式电源并网控制系统,在检测到并网需求时,主控装置根据虚拟同步发电机电路的状态对分布式电源、旁路并网逆变电路和虚拟同步发电机电路进行控制,将虚拟同步发电机电路和旁路并网逆变电路即传统逆变器旁路并网双冗余设计,保证分布式电源并网的稳定性,可以实现虚拟同步发电机电路自主参与电网调节,控制简单,系统结构简单,易于实现。

[0006] 具体地,在所述虚拟同步发电机电路正常时,所述主控装置控制所述分布式电源开启,且控制所述虚拟同步发电机电路接通,以及控制所述旁路并网逆变电路关闭,所述分布式电源通过所述虚拟同步发电机电路并入所述电网;或者,在所述虚拟同步发电机电路异常时,所述主控装置控制所述分布式电源开启,且控制所述虚拟同步发电机电路关闭,以及控制所述旁路并网逆变电路接通,所述分布式电源通过所述旁路并网逆变电路并入所述电网。

[0007] 进一步地,所述虚拟同步发电机电路包括:储能装置和双向直流变换器,所述双向直流变换器与所述储能装置相连;同步逆变器,所述同步逆变器分别与所述分布式电源和双向直流变换器连接,且通过接触器与所述电网相连;所述主控装置还用于在所述虚拟同步发电机自检正常,且所述储能装置的电量低于预设电量时,控制所述同步逆变器和所述双向直流变换器启动,所述同步逆变器通过对所述电网的电流进行整流,并通过所述双向直流变换器为所述储能装置进行充电,直至所述储能装置的电量大于电量阈值,所述主控装置控制所述双向直流变换器和所述同步逆变器停止运行。

[0008] 在本发明的一些实施例中,所述主控装置还用于在所述虚拟同步发电机电路自检正常且所述储能装置的电量高于所述预设电量时,控制所述双向直流变换器启动以建立直流母线,并控制所述分布式电源和所述同步逆变器开启且并入所述直流母线,以及在符合并网条件时控制所述接触器吸合以使所述分布式电源并入所述电网。

[0009] 进一步地,所述主控装置还用于在所述分布式电源与所述电网并网运行时检测直流母线电压,并根据所述直流母线电压反馈信号至所述双向直流变换器,如果所述直流母线电压小于第一电压阈值,所述双向直流变换器控制所述储能装置进行放电。

[0010] 更进一步地,如果所述直流母线电压大于第二电压阈值,所述双向直流变换器控制所述储能装置进行充电,其中,所述第二电压阈值大于所述第一电压阈值。

[0011] 另外,所述虚拟同步发电机电路还包括卸放单元,在所述直流母线电压大于所述第二电压阈值时,如果在向所述储能装置充电之后所述直流母线电压仍然大于所述第二电压阈值,则所述主控装置控制所述卸放单元进行放电。

[0012] 进一步地,所述旁路并网逆变电路包括:并网逆变器,所述并网逆变器的一端与所述分布式电源连接;旁路接触器,所述旁路接触器一端与所述并网逆变器的另一端相连,所述旁路逆变器的另一端与所述电网相连;所述主控装置在所述虚拟同步发电机电路异常时,控制所述并网逆变器启动,并控制所述旁路接触器吸合。

[0013] 在本发明的一些实施例中,所述主控装置还用于进行故障诊断,并在发生故障时根据故障等级进行提示

## 附图说明

[0014] 图1是根据本发明的一个实施例的分布式电源并网控制系统的框图;

[0015] 图2是根据本发明的另一个实施例的分布式电源并网控制系统的电路示意图;

[0016] 图3是根据本发明的一个具体实施例的分布式电网控制系统的工作过程的流程图;

[0017] 图4是根据本发明的另一个具体实施例的主控装置进行故障诊断的对应表格。

## 具体实施方式

[0018] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0019] 本发明实施例的分布式电源并网控制系统借鉴同步发电机在电力系统运行中的优点,考虑到分布式电源若具有同步发电机的大阻抗、大惯性、调压、调频、调功的特点,则分布式电源不会影响电力系统的运行,分布式电源与电力系统能够实现完美融合。另外有人指出,将逆变器与同步发电机从数学上等价起来,能够解决分布式电源接入电网和逆变器并联运行的系列关键问题,将分布式电源并网逆变器模拟为同步发电机运行的技术,可实现分布式电源与配电网的柔性连接,是解决大规模分布式电源并网的有效途径之一。

[0020] 再就是,基于虚拟同步发电机的智能电网架构利用同步电机的同步机制统一了常规电源、新能源以及绝大部分负荷与输配网的接口问题,常规电源通过同步机接入电网,新能源以及绝大部分负荷通过虚拟同步发电机(具有常规同步机数学模型的电力电子变流

器)接入电网,从而使得电力系统中的电源和负荷都能同等、自主地参与电网调节,真正地实现即插即用,使得通讯网络已经不再是智能电网底层控制的必需而只是高端性能的使能者,为实现智能电网奠定了坚实可行的物理基础。这一架构实现了系统控制理论、电力电子和电力系统等多学科的完美结合。

[0021] 目前的虚拟同步发电机内核心的同步逆变器克服了传统逆变器无惯性并网给电网带来冲击,能够实现分布式电源与配电网的柔性连接。本发明实施例的分布式电源并网控制系统的基本思路即利用上位机主控系统将同步逆变器、双向直流变换器、储能装置、分布式电源等部件协调管控,将虚拟同步发电机并网和传统逆变器旁路并网双冗余设计保证了并网可靠性,真正实现智能化虚拟同步发电机。

[0022] 下面参照附图描述根据本发明实施例的分布式电源并网控制系统。

[0023] 图1为根据本发明的一个实施例的分布式电源并网控制系统的框图,如图1所示,该控制系统100包括分布式电源10、旁路并网逆变电路20、虚拟同步发电机电路30和主控装置40。

[0024] 其中,分布式电源10可以为分散式风能、分散式太阳能、分散式发电机或者分散式燃料电池等发电设备。旁路并网逆变电路20分别与分布式电源10和电网50相连;虚拟同步发电机电路30分别与分布式电源10和电网50相连;在本发明的实施例中,分布式电源10既可以通过传统的并网逆变器即旁路并网逆变电路20并网,也可以通过虚拟同步发电机电路30并网。

[0025] 在通过人为实施有并网需求时,主控装置40根据虚拟同步发电机电路30的状态,对分布式电源10、旁路并网逆变电路20和虚拟同步发电机电路30进行控制以使分布式电源10与电网50并网运行。

[0026] 具体地,在虚拟同步发电机电路30正常时,主控装置40控制分布式电源10开启,且控制虚拟同步发电机电路30接通,以及控制旁路并网逆变电路20关闭,分布式电源10通过虚拟同步发电机电路30并入电网50;或者,在虚拟同步发电机电路30异常时,主控装置40控制分布式电源10开启,且控制虚拟同步发电机电路30关闭,以及控制旁路并网逆变电路20接通,分布式电源10通过旁路并网逆变电路20并入电网50。

[0027] 进一步地,如图2所示,旁路并网逆变电路20即传统的并网逆变电路包括并网逆变器21和旁路接触器22。并网逆变器21的一端与分布式电源10连接;旁路接触器22一端与并网逆变器21的另一端相连,旁路逆变器21的另一端与电网50相连。主控装置40在虚拟同步发电机电路30异常时,例如,虚拟同步发电机电路30自检不成功,或者通信有问题,主控装置40控制并网逆变器21启动,并控制旁路接触器22吸合,从而分布式电源10通过传统的逆变电路接入电网50。

[0028] 也就是说,有并网需求时,分布式电源10可以通过旁路并网逆变电路20和虚拟同步发电机电路30两条途径并网运行。一般地,通过虚拟同步发电机电路30并网,分布式电源10可以参与电网50调节,为电网50提供必要的有功和无功支撑,提升电网50运行稳定能力,当虚拟同步发电机电路30异常时,分布式电源10通过传统的并网逆变器即旁路并网逆变电路20并网运行,从而能够实现虚拟同步发电机电路30自主参与电网50调节,控制简单、系统结构简单、稳定性好且易于实现。

[0029] 进一步地,如图2所示,虚拟同步发电机电路30包括储能装置31、双向直流变换器

32和同步逆变器33。

[0030] 其中,储能装置31可以为蓄电池组,由于本发明实施例的控制系统100对于储能瞬间充电率大,瞬间放电率大,充放电交替频繁,而且不能按照给定的充电规律对蓄电池组进行充电,因此要求蓄电池组自放电率低,使用寿命长,深放电能力强,充电效率高,可以少维护。

[0031] 双向直流变换器32与储能装置31相连,双向直流变换器32为半桥型双向直流变换器,能够实现能量的双向流动,当分布式电源10电压波动时,双向直流变换器32可以对直流母线电压进行补峰填谷,承担直流母线电压稳压的功能,同时,带有储能管理的功能,对于储能装置31进行控制,该双向直流变换器32拥有常规充电、常规放电、紧急充电、紧急放电四种工作模式,关于四种工作模式将在下面具体实施例中进行详细说明。

[0032] 同步逆变器33分别与分布式电源10和双向直流变换器32连接,且通过接触器34与电网50相连。参照钟庆昌所著Control of Power Inverters in Renewable Energy and Smart Grid Integration(新能源与智能电网接入中电力逆变器的控制),同步逆变器33为含有中线控制的三相桥式交流单元,能够实现逆变系统按照同步发电机特性运行,提高并网发电系统自治性和鲁棒性。

[0033] 下面对本发明实施例的分布式电源并网控制系统100的工作过程进一步说明。

[0034] 当分布式电源10有并网需求时,控制系统100上电,虚拟同步发电机电路30进行自检,主控装置40在虚拟同步发电机30自检正常,进一步判断储能装置31例如蓄电池组的电池容量是否满足要求,如果储能装置31的电量低于预设电量,主控装置40控制同步逆变器33和双向直流变换器32启动,同步逆变器33通过对电网50的电流进行整流,并通过双向直流变换器32为储能装置31进行充电,也就是,双向直流变换器32工作于常规充电模式,直至储能装置31的电量大于电量阈值,主控装置40控制双向直流变换器32和同步逆变器33停止运行。

[0035] 主控装置40在虚拟同步发电机电路30自检正常且储能装置31的电量高于预设电量时,控制双向直流变换器32启动以建立直流母线,并控制分布式电源10和同步逆变器33开启且并入直流母线,以及在符合并网条件时控制接触器34吸合以使分布式电源10并入电网50。

[0036] 另外,在分布式电源10与电网50并网运行时,主控装置40还用于检测直流母线电压,例如,图2中由分布式电源10输出至旁路逆变器21、同步逆变器33或双向直流变换器32的线束上的电压,并根据直流母线电压反馈信号至双向直流变换器32,如果直流母线电压小于第一电压阈值,双向直流变换器32控制储能装置31进行放电,即由储能装置31提供能量维持直流母线电压,也就是,上面提到的双向直流变换器32工作于紧急放电模式。

[0037] 在分布式电源10与电网50并网运行时,如果直流母线电压大于第二电压阈值,双向直流变换器32控制储能装置31进行充电,其中,第二电压阈值大于第一电压阈值。换句话说,当直流母线的电压过高时,为储能装置31强制紧急充电,通过储能释放直流母线能量,降低直流母线电压,也就是,上述提到的双向直流变换器32工作于紧急充电模式。

[0038] 进一步地,如图2所示,虚拟同步发电机电路30还包括卸放单元35,经过为储能装置31紧急充电之后,直流母线电压依然大于第二电压阈值时,主控装置40可以控制卸放单元35进行放电。例如,在双向直流变换器32通过控制储能装置31紧急充电之后,也就是通过

储能释放直流母线上的能量之后,直流母线的电压依然过高,则启动卸放单元35,由卸放单元35释放直流母线能量,进一步降低直流母线电压,提高直流母线的稳定性。

[0039] 当直流母线电压稳定时,分布式电源10不需要并网时,首先为储能装置31进行常规充电,直至储能装置31的电量充足,进而分布式电源并网控制系统100停机,处于待机状态。

[0040] 基于上述对本发明实施例的分布式电源并网控制系统100的工作过程的说明,可以看出,本发明实施例的控制系统100,既满足虚拟同步发电机电路30内部的协调控制,同时实现了虚拟同步发电机电路30在各种工况下的管控,又保证了分布式电源10的可靠并网。

[0041] 作为具体实施例,如图3所示,本发明实施例的分布式电源并网控制系统100的具体实现过程包括以下步骤:

[0042] S100,上电准备。

[0043] 当分布式电源10有并网需求时,系统100上电,双向直流变换器32自起动,储能装置31经双向直流变换器32产生虚拟同步发电机电路30所需低压供电,并供分布式电源10、同步逆变器33和卸放单元35上电。

[0044] S101,系统待机。

[0045] S102,进行上电自检,判断各部件是否正常。

[0046] 在系统待机阶段,主控装置40检查传感器信号、通讯信号,确认分布式电源10、同步逆变器33、双向直流变换器32、卸放单元35、接触器34等所有虚拟同步发电机电路30内部部件的状态。

[0047] 如果虚拟同步发电机电路30自检正常则进入步骤104,否则进入步骤S103。

[0048] S103,虚拟同步发电机电路停机检修,分布式电源通过传统逆变电路并网运行。

[0049] 当虚拟同步发电机电路30自检有异常且系统100又有并网的迫切需求时,主控装置40控制虚拟同步发电机电路30停机检修,起动传统并网逆变器,在并网条件满足时分布式电源10通过旁路接触器22并网运行。

[0050] S104,判断储能装置是否满足要求。

[0051] 在储能装置40电量低时进入步骤S105,否则进入步骤S106。

[0052] S105,为储能装置充电。

[0053] 具体地,当虚拟同步发电机电路30自检正常时,进一步判断储能装置31例如蓄电池的电池容量是否满足要求,若储能电池容量低,起动同步逆变器33、双向直流变换器32,同步逆变器33并网整流,通过双向直流变换器32为储能装置31充电,储能装置31充满电之后,主控装置40控制同步逆变器33和双向直流变换器32停止运行。

[0054] S106,控制双向直流变换器、同步逆变器和分布式电源启动。

[0055] 具体地,当虚拟同步发电机电路30自检正常且储能装置31的电池容量正常时,起动双向直流变换器32建立直流母线电压,起动分布式电源10、起动同步逆变器33,并在双向直流变换器32建立的直流母线上。

[0056] S107,在符合并网条件时,主控装置控制接触器吸合,分布式电源通过虚拟同步发电机电路并网运行。

[0057] S108,检测直流母线电压是否稳定。

[0058] 在分布式电源10并网运行时,实时检测直流母线的电压,判断直流母线电压是否稳定。如果直流母线电压稳定,则进入步骤S109,否则进入步骤S110。

[0059] S109,为储能装置常规充电。

[0060] 当直流母线电压稳定时,分布式电源10不需要并网时,首先为储能装置31进行常规充电,直至储能装置31的电量充足,系统100停机。

[0061] S110,判断直流母线电压是否过高。

[0062] 如果是,则进入步骤S111,否则进入步骤S112。

[0063] S111,为储能装置紧急充电,并进入步骤S113。

[0064] 具体地,当直流母线电压过高时,给储能装置31强制紧急充电,通过储能释放直流母线能量,降低直流母线电压。

[0065] S112,控制储能装置紧急放电,并返回步骤S108。

[0066] 具体地,在分布式电源10并网运行中,电网波动,当直流母线电压过低时,双向直流变换器32控制储能装置31进行紧急放电,由储能提供能量维持直流母线电压。

[0067] S113,进一步判断直流母线电压是否过高。

[0068] 如果是,则进入步骤S114,否则返回步骤S108。

[0069] S114,启动卸放单元。

[0070] 当直流母线电压依然过高时,起动卸放单元35,例如由卸放电阻释放直流母线能量,降低直流母线电压。

[0071] S115,再次判断直流母线电压是否过高。

[0072] 如果是,则系统100停机,处于待机模式,进一步返回步骤S101,依次循环。否则返回步骤S108。

[0073] 概括地说,主控装置40负责系统100状态监测,可以按照上述步骤对系统100的操作进行管理、调度和控制,具备运行状态全过程切换控制能力,以及具备对虚拟同步发电机电路30内部功率平衡控制能力。总而言之,本发明实施例的分布式电源并网控制系统100,利用主控装置40将同步逆变器33、双向直流变换器32、储能装置31、分布式电源10等部件协调管控,将虚拟同步发电机电路30并网和传统逆变器旁路并网双冗余设计保证了分布式电源10并网的可靠性。

[0074] 主控装置40同时协调分布式电源10、同步逆变器33、双向直流变换器32、旁路并网逆变电路20等多个部件,因此部件之间的故障协调是主控装置40需要考虑的重要内容。在本发明的实施例中,主控装置40还用于进行故障诊断,并在发生故障时根据故障等级进行提示。

[0075] 下面以具体实施例对主控装置40的故障诊断进行详细说明。本发明实施例的分布式电源并网控制系统100的主控装置40具备故障诊断功能,具体地,主控装置40按各部件类别分组,每组分配一个系列号,系列中每一个代码对应一种故障,例如,根据系统的故障等级分为警告和故障两个层次,设定SL0-SL5共6个故障等级,0级等级最低,5级等级最高,主控装置40按照不同的故障等级采取不同的措施。其中,警告是指参数不正常,但不影响系统工作,采取报错不停机的措施,错误是指会影响系统正常工作甚至损坏,必须采取停机措施以保证安全。

[0076] 具体地,如图4所示,为根据本发明的一个实施例的主控装置进行故障处理的对照

表。其中,包括安全等级SL0-SL5,以及对应的系统状态,采取措施和故障示例。例如,SL5:表明系统存在操纵失灵,可能造成系统损坏,采取的措施是紧急停机,各部件全部断电,接触器全部断开。SL4:表明系统在运行,但能量源方面有故障导致功率输出异常,采取的措施是紧急停车,故障不一定被记录。SL3:表明系统在运行,但能量通道方面有故障导致功率输出被禁止,采取的措施是停止同步逆变器工作,通知其余部件停止工作,故障状态清除后,系统能重新起动,故障状态清除后,系统能重新起动。SL2:表明故障不严重,系统正常运行。SL1:表明故障可修复,系统正常运行。SL0:表明系统正常运行,无故障。

[0077] 其中,在本说明书中,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0078] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0079] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0080] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

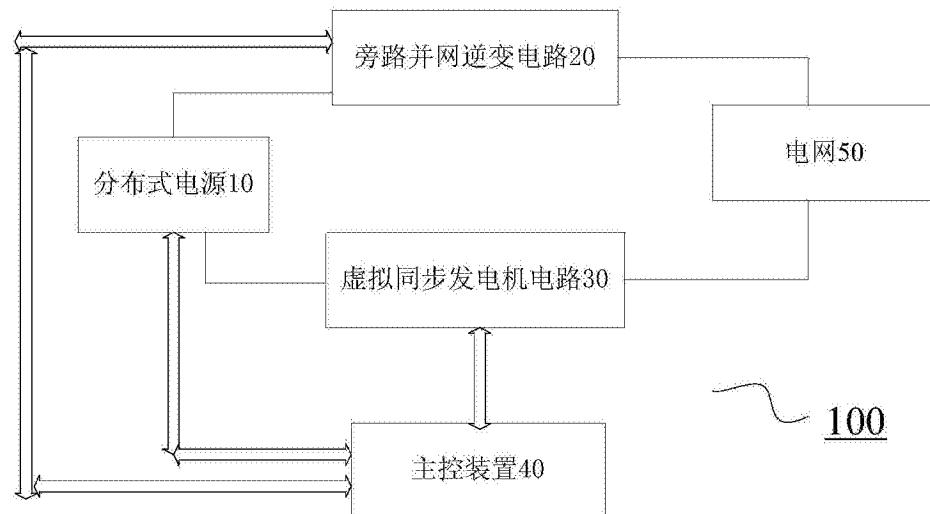


图1

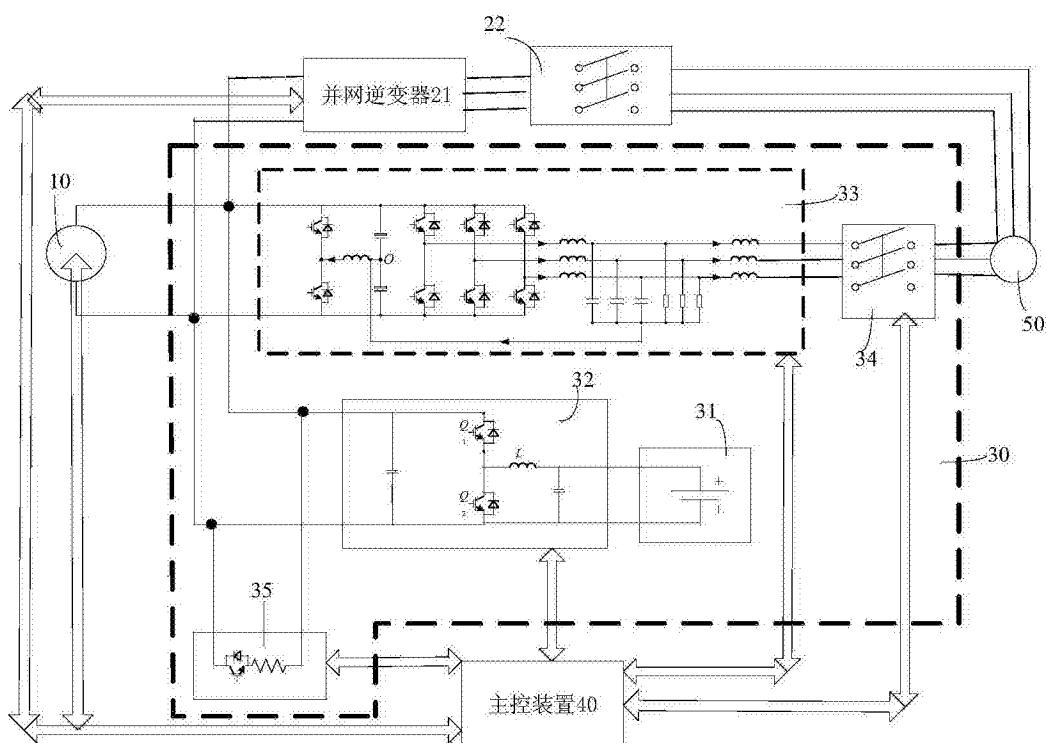


图2

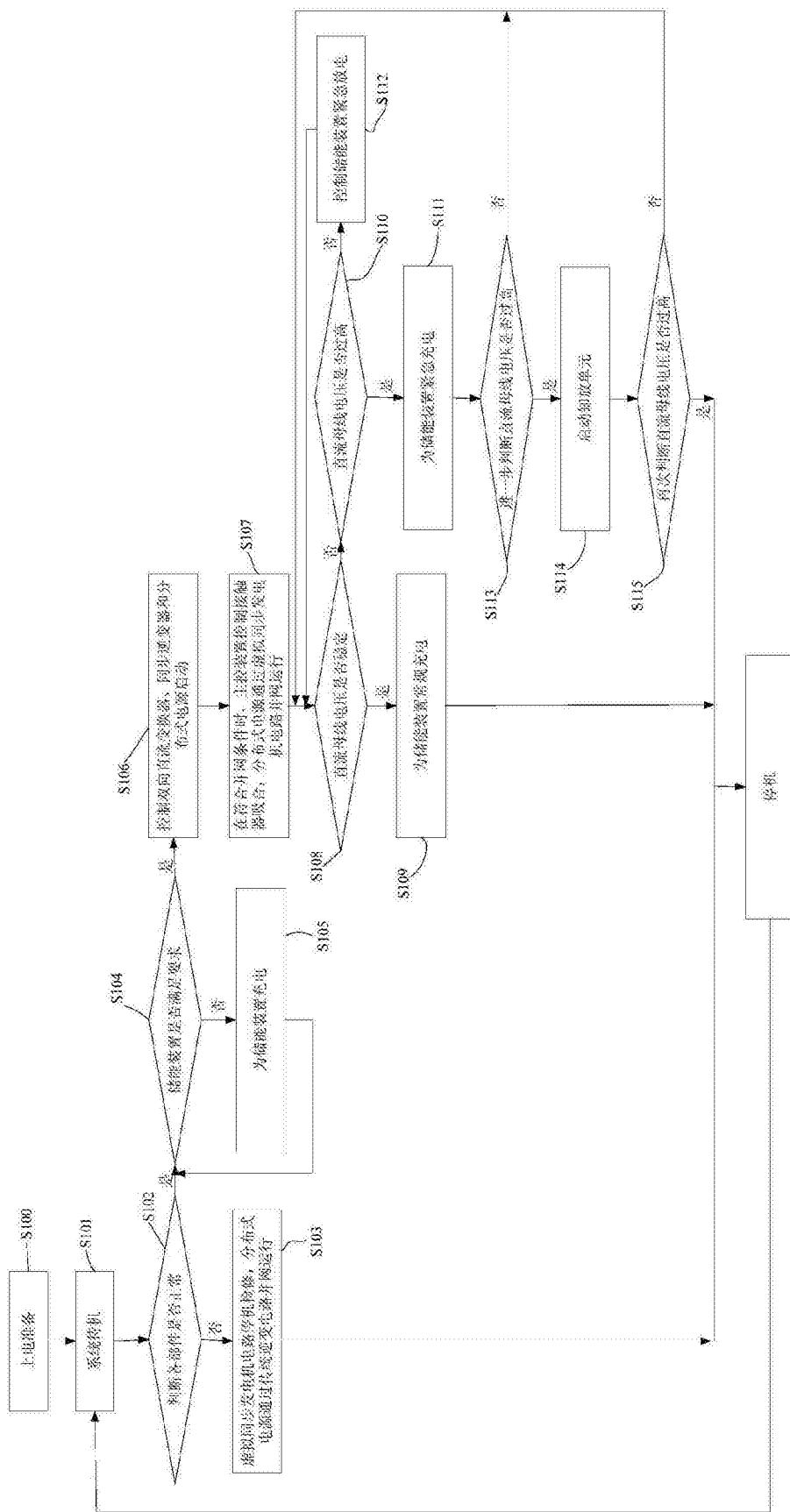


图3

| 安全等级 | 系统状态 | 措施                       | 故障示例                |
|------|------|--------------------------|---------------------|
| SL0  | 安全运行 | 无需措施，正常运行                | 无故障                 |
| SL1  | 警告   | 查看是否需要改善运行环境，正常运行        | 高低温等传感器故障           |
| SL2  | 警告   | 无需措施，正常运行，停机后修复          | 触摸屏显示故障             |
| SL3  | 错误   | 停机，通知其余部件停机，保持各部件 CPU 运行 | 同步逆变器故障、电网故障等能量通道故障 |
| SL4  | 错误   | 紧急停机                     | 储能故障、分布式电源故障等能量源故障  |
| SL5  | 错误   | 紧急停机，切断所有供电              | 上位机主控系统故障           |

图4