

一种备用电源及其运行方法

技术领域

- 5 本发明总的来说涉及风力发电机领域，更具体而言，涉及一种备用电源及其运行方法。此外，本发明还涉及一种具有这样的备用电源的风力发电机。

背景技术

- 10 近年来，随着各国对环境的重视度提高，清洁能源领域呈现出快速发展的趋势。清洁能源作为一种新型能源，与传统化石燃料相比具有分布广泛、可再生、环境污染小等优点。作为清洁能源的代表，风力发电机的应用日益增长。另外，由于近年来因新冠疫情等不可抗力对人员流动的限制，诸如风力发电机之类无需人员操作亦可长期运行的发电装置
- 15 的优势愈发凸显。

- 风力发电机（或简称风机）具有许多需要供电的重要部件，例如变桨轴承、偏航轴承和控制电路等。这些重要部件的稳定供电直接决定了风机的正常运行和运行安全性。通常，这些部件通过交流电网来供电。但是在交流电网发生故障时，必须由备用电源对这些部件进行供电。
- 20 而，目前的备用电源难以适应用电负载的较大功率变化。因此，需要一种可靠性高且能适应风机等负载功率变化大、以及在极端条件下、尤其是电网掉电时的用电要求的备用电源。

发明内容

- 25 从现有技术出发，本发明的任务是，提供一种融合多个电源的备用电源及其运行方法，通过该备用电源和/或该运行方法，可以提供可靠性高且能适应风机等功率需求波动较大的负载在极端条件下、尤其是电网掉电时的用电要求的备用电源方案。也就是说，本发明既可以适用于电网正常供电时的功率突变，也能适用于极端条件下的功率突变、尤其是
- 30 是电网掉电时的功率突变。

 在本发明的第一方面，该任务通过一种备用电源来解决，该备用电源包括：

第一子电源，其被配置为提供交流电能，其中第一子电源连接到AC/DC转换器的输入端；

AC/DC转换器，其被配置为将交流电能转换成直流电能，其中所述AC/DC转换器的输出端连接到备用电源的输出端；以及

5 第二子电源，其被配置为提供直流电能，其中第二子电源连接到备用电源的输出端。

在本发明的范围内，术语“交流电能”涵盖了交流电流、交流电压和交流功率，并且术语“直流电能”涵盖了直流电流、直流电压和直流功率。术语“AC/DC转换器”涵盖了各种将交流电能转换成直流电能的设备，例如二极管、半波整流器、全波整流器、晶闸管、全控桥等等。术语“子电源”是指能够提供交流或直流电能的各种电设备、例如电池、发电机等，其中子电源尤其是指电网以外的电源、即在极端条件下、尤其是电网掉电时可投入使用的电源。在本发明中，发电机可以涵盖各种类型的发电机、尤其是燃料发电机，例如包括：柴油发电机、氢气发电15 机、乙醇发电机、化石燃料发电机等等。

在本发明的一个扩展方案中规定，该备用电源还包括：

第一开关，其中第一子电源通过第一开关连接到AC/DC转换器的输入端。

在本发明的另一扩展方案中规定，该备用电源还包括：

20 DC/DC变换器，其被配置为将直流电能转换成具有不同参数的直流电能，其中所述DC/DC变换器连接在第二子电源与备用电源输出端之间，并且所述DC/DC变换器的输出端通过第二开关连接到备用电源的输出端。

DC/DC变换器不是必需的，例如当第二子电源的输出电能无需转换即可给负载供电时，不需要DC/DC变换器。相反，当第二子电源的输出电能不能直接给负载供电而是需要转换（例如电流、电压的转换）时，需要采用DC/DC变换器。25

在本发明的又一扩展方案中规定：

第一子电源包括下列各项中的一个或多个：

30 发电机；以及

电池组和直流到交流变换器的组合；以及

第二子电源包括下列各项中的一个或多个：

电池组以及超级电容；以及
发电机和交流到直流变换器的组合。

在本发明的另一扩展方案中规定，所述DC/DC变换器为双向DC/DC变换器，并且其中该备用电源还包括：

- 5 第三开关，其中交流电网通过第三开关连接到AC/DC转换器的输入端。

在此，术语双向DC/DC变换器是指，可从该双向DC/DC变换器的输入端或输出端输入直流电能，并在输出端或输入端输出经转换的直流电能。

- 10 在本发明的另一扩展方案中规定，第一开关和/或第二开关和/或第三开关包括下列各项之一：功率开关、断路器、接触器、以及继电器。

在本发明的又一扩展方案中规定，该备用电源还包括：

- 15 逆变器，其被配置为将直流电能转换成交流电能，其中所述逆变器的输入端与备用电源的输出端连接，并且所述逆变器的输出端连接到负载。

在本发明的一个优选方案中规定，该备用电源还包括控制器，所述控制器被配置为执行下列动作：

- 20 在检测到通过第三开关接入的交流电网的电压低于电压阈值时，闭合第一开关和/或第二开关以接入第一子电源和/或第二子电源，其中在闭合第二开关的情况下，DC/DC变换器正向工作，使得第二子电源放电，其中：

在备用电源的所期望的输出功率小于或等于功率阈值时，闭合第一开关并断开第二开关以接入第一子电源；以及

- 25 在备用电源的所期望的输出功率大于功率阈值时，闭合第一开关和第二开关以接入第一子电源和第二子电源。

- 30 通过该优选方案，可以满足负载的平均功率和峰值功率要求。这基于发明人的如下洞察，发明人通过研究发现，诸如柴油发电机之类的交流备用电源具有较高的能量密度，因此适于为负载提供平均功率，而诸如燃料电池之类的直流备用电源具有较高的响应速度、并联扩容能力和高的功率密度，因此适于为负载提供峰值功率。因此，在负载功率要求较低、即不超过功率阈值时，可采用交流备用电源来为负载提供电能以提供平均功率，并且在负载功率要求较高、即超过功率阈值时，可采用

直流备用电源来为负载提供电能以提供峰值功率。功率阈值可以按照特定的计算方式来确定，以较好地满足负载的功率需求。应当指出，本发明不仅适用于风力发电机领域，而且还适于其它具有用电负载的领域、例如光伏领域（比如利用本发明的备用电源给光伏的控制电路等部件供电）、气象设备领域、照明设施等等。

在本发明的另一优选方案中规定，所述控制器还被配置为执行下列动作：

在检测到通过第三开关接入的交流电网的电压高于电压阈值且第二子电源的电量低于电量阈值时，闭合第二开关，其中DC/DC变换器反向工作，使得从交流电网给第二子电源充电。

通过该优选方案，可以在第二备用电源不使用时给第二备用电源充电，由此实现第二备用电源的随时可用性。

在本发明的第二方面，前述任务通过一种用于运行根据本发明的方法来解决，该方法包括下列步骤：

确定通过第三开关接入的交流电网的电网电压；

在所述电网电压低于电压阈值并且备用电源的所期望的输出功率小于或等于功率阈值时，闭合第一开关并断开第二开关以接入第一子电源，使得由第一子电源供电；

在所述电网电压低于电压阈值并且备用电源的所期望的输出功率大于功率阈值时，闭合第一开关和第二开关以接入第一子电源和第二子电源，使得由第一子电源和第二子电源共同供电，其中DC/DC变换器正向工作，使得第二子电源放电；以及

在所述电网电压高于电压阈值且第二子电源的电量低于电量阈值时，闭合第二开关，其中DC/DC变换器反向工作，使得从交流电网给第二子电源充电。

在本发明的一个优选方案中规定，该方法还包括下列步骤：

根据下列公式确定所述功率阈值 $P_{\text{阈值}}$ ：

$P_{\text{阈值}} = P_{\text{平均}} * a + P_{\text{峰值}} * (1 - a)$ ，其中 $0 \leq a \leq 1$ ，其中 $P_{\text{平均}}$ 为电源负载所需平均功率，可按照分钟级负载数据进行统计； $P_{\text{峰值}}$ 为电源负载的峰值功率，可按照秒级负载数据进行统计； a 为比例系数，通过该比例系数可按照实际系统运行工况调整功率阈值。

例如，在风机辅助供电系统中， $P_{\text{平均}}$ 取34kW， $P_{\text{峰值}}$ 取73kW， a 取0.6，

P阈值可设置为57kW。发明人通过研究发现，通过调节a，可以调节从平均功率过渡到峰值功率的时间点，即负载功率在达到平均功率与峰值功率之间的某个点时，即将备用电源的功率调节到峰值功率或以上。a越小，则时间点越提前，反之则越靠后。研究证明，a当a取0.6至0.8时，
5 可实现较好的功率过渡。在一个优选实施例中，发电机（如柴油发电机）的功率与电源的负载的平均功率之间的比例为大于或等于1:1，并且发电机的功率与电源的负载的峰值功率之间的比例为小于或等于1:2（即小于或等于0.5），在这种情况下，发电机（第一子电源）的功率小于或等于电池组（第二子电源）的功率。由此，无需配备大功率发电机，
10 而是可以配备低功率发电机，由此降低备用电源的成本。

此外，本发明还涉及一种风力发电机，其具有根据本发明的备用电源，其中连接在备用电源的输出端处的负载包括下列各项中的一个或多个：偏航轴承、变桨轴承、以及控制电路。其它负载也是可设想的。例如，在光伏设备的情况下，所述负载可以是光伏控制电路、或者光伏设备中的有源器件等等。
15

本发明至少具有如下有益效果：本发明人通过研究发现，在诸如风机的用电场景中，如变桨轴承、偏航轴承之类的用电负载因风力等影响因素，其功率可能在平均功率的基础上具有一个跳变或波动、即可能频繁出现峰值功率，因此备用电源需要兼顾负载的平均功率和峰值功率二者，那么在极端条件下、尤其是电网掉电时这些突变的功率需求也应该被满足；本发明人通过进一步研究发现，诸如柴油发电机之类的交流备用电源具有较高的能量密度，因此适于为负载提供平均功率，而诸如燃料电池、超级电容之类的直流备用电源具有较高的响应速度（连通即供电）、并联扩容能力（可无限并联电池扩容）和高的功率密度，因此适于为负载提供峰值功率，因此发明人发现，如果备用电源具有彼此并联的交流备用电源和直流备用电源，则可以较好地兼顾用电负载的平均功率和峰值功率，由此较好地满足负载的用电需要。此外，本发明人还发现，通过合理设置功率阈值来实现从交流电源到直流电源或者交流电源+直流电源的切换，从而较好地、较迅速地实现输出功率瞬变。另外，
20
25
30 本发明人通过合理设置电路结构，使得在第二备用电源不使用时能够从交流电网给第二备用电源充电，由此实现第二备用电源的随时可用性。此外，本发明人还令人意想不到地发现，通过本发明的电路设置，负载

是通过变换器（AC/DC 转换器、逆变器）连接到交流电网的，这样一来，将负载与前级电网变压器彼此隔离，使得用电单元、即负载经变换器变换以后再连接在直流母线上，由此提高备用电源的系统效率，降低了运维成本与硬件投入。

5

附图说明

下面结合具体实施方式参考附图进一步阐述本发明。

图 1 示出了本发明的所应用于的风力发电机的示意图；

图 2 示出了根据本发明的融合多个电源的备用电源的电路图；以及

10 图 3 示出了用于运行根据本发明的备用电源的方法的流程。

具体实施方式

应当指出，各附图中的各组件可能为了图解说明而被夸大地示出，而不一定是比例正确的。在各附图中，给相同或功能相同的组件配备了相同的附图标记。

在本发明中，除非特别指出，“布置在…上”、“布置在…上方”以及“布置在…之上”并未排除二者之间存在中间物的情况。此外，“布置在…上或上方”仅仅表示两个部件之间的相对位置关系，而在一定情况下、如在颠倒产品方向后，也可以转换为“布置在…下或下方”，反之亦然。

在本发明中，各实施例仅仅旨在说明本发明的方案，而不应被理解为限制性的。

在本发明中，除非特别指出，量词“一个”、“一”并未排除多个元素的场景。

25 在本发明中，术语“连接”既可以指两者直接连接，也可以指两者通过中间元件间接地连接。

在此还应当指出，在本发明的实施例中，为清楚、简单起见，可能示出了仅仅一部分部件或组件，但是本领域的普通技术人员能够理解，在本发明的教导下，可根据具体场景需要添加所需的部件或组件。另外，
30 除非另行说明，本发明的不同实施例中的特征可以相互组合。例如，可以用第二实施例中的某特征替换第一实施例中相对应或功能相同或相似的特征，所得到的实施例同样落入本申请的公开范围或记载范围。

在此还应当指出，在本发明的范围内，“相同”、“相等”、“等于”等措辞并不意味着二者数值绝对相等，而是允许一定的合理误差，也就是说，所述措辞也涵盖了“基本上相同”、“基本上相等”、“基本上等于”。以此类推，在本发明中，表方向的术语“垂直于”、“平行于”等等同样涵盖了“基本上垂直于”、“基本上平行于”的含义。

另外，本发明的各方法的步骤的编号并未限定所述方法步骤的执行顺序。除非特别指出，各方法步骤可以以不同顺序执行。

此外，还应当指出，本发明不仅适用于风力发电机领域，而且还适于其它具有用电负载的领域、例如光伏领域（比如利用本发明的备用电源给光伏的控制电路等部件供电）、气象设备领域、照明设施等等。

首先阐述本发明所基于的原理。本发明人通过在风力发电机领域中的长期研究发现，在风机的用电场景中，诸如变桨轴承、偏航轴承之类的用电负载因受风力、调节速度、机械阻力等因素影响，其功率可能在平均功率的基础上具有一个瞬时或短时间跳变、即可能出现峰值功率，因此在极端条件下、尤其是电网掉电时，备用电源也需要兼顾负载的平均功率和峰值功率二者，否则可能出现负载不能正常工作甚至发生故障的情况；本发明人通过进一步研究发现，诸如柴油发电机之类的交流备用电源具有较高的能量密度，因此适于为负载提供平均功率，而诸如燃料电池之类的直流备用电源具有较高的响应速度（连通即供电）、并联扩容能力（可无限并联电池扩容）和高的功率密度，因此适于为负载提供峰值功率，因此发明人发现，如果备用电源具有彼此并联的交流备用电源和直流备用电源，则可以较好地兼顾用电负载的平均功率和峰值功率，由此较好地满足负载的用电需要。此外，本发明人还发现，通过合理设置功率阈值来实现从交流电源到直流电源或者交流电源+直流电源的切换，从而较好地、较迅速地实现输出功率瞬变。另外，本发明人通过合理设置电路结构，使得在第二备用电源不使用时能够从交流电网给第二备用电源充电，由此实现第二备用电源的随时可用性。此外，本发明人还令人意想不到地发现，通过本发明的电路设置，负载是通过变换器（AC/DC 转换器、逆变器）连接到交流电网的，这样一来，将负载与前级电网变压器彼此隔离，使得用电单元、即负载经变换器变换以后再连接在直流母线上，由此提高备用电源的系统效率，降低了运维成本与硬件投入。

下面结合具体实施方式参考附图进一步阐述本发明。

图 1 示出了本发明的所应用于的风力发电机 100 的示意图。图 1 所示风力发电机 100 包括塔架 101、可旋转地连接到塔架 101 并且支承轮毂 103 的机舱 102。在轮毂 103 上布置有两个或更多个叶片 104，其中
5 叶片 104 在风力作用下带动布置在轮毂 108 中的转子（未示出）绕轴线（未示出）旋转，其中发电机的转子相对于定子的旋转将生成电能。风力发电机 100 可以包括多种消耗电能的负载，例如变桨轴承、偏航轴承、以及控制电路等等。在正常情况下，风力发电机 100 的负载通过交流电网来供电，但是在交流电网发生故障或停电的情况下，需要使用备用电源来给这些负载供电，否则，这些负载无法运转。
10

图 2 示出了根据本发明的融合多个电源的备用电源 200 的电路图。

如图 2 所示，根据本发明的备用电源 200 包括下列部件，其中一些部件是可选的：

- 第一子电源 201，其被配置为提供交流电能，交流电能例如包括交流电流、交流电压、以及交流功率。第一子电源通过第一开关 203 连接到 AC/DC 转换器 206 的输入端。第一开关 201 例如可以是功率开关、断路器、接触器或者继电器。在本实施例中，第一子电源 201 优选为柴油发电机、例如 80kW 柴油发电机。燃料发电机由于具有较大的能量密度，因此能够持久地提供平均功率。在本实施例中，仅仅示出了单个第一子电源 201。在其它实施例中，也可以设置多个第一子电源 201，它们彼此并联。
15
20

- AC/DC 转换器 206，其被配置为将交流电能转换成直流电能，其中所述 AC/DC 转换器的输出端连接到备用电源的输出端 OUT。在本发明中，AC/DC 转换器可包括各种将交流电能转换成直流电能的设备，例如二极管、半波整流器、全波整流器、晶闸管、全控桥等等。
25

- 第二子电源 202，其被配置为提供直流电能，直流电能例如包括直流电流、直流电压、以及直流功率。第二子电源 202 连接到直流到直流 DC/DC 变换器 213 的输入端或者在无需 DC/DC 变换器 213 直接连接到备用电源 200 的输出端 OUT。在本实施例中，示出了两个第二子电源 202。在其它实施例中，也可以设置单个或更多个第二子电源 202，它们与相应 DC/DC 变换器 213 串联后彼此并联。在本实施例中，第二子电源 202 为彼此串联的多个电池（例如燃料电池或其它电池），它们可以提供多
30

倍的电池电压。在其他实施例中，第一子电源 202 也可以为彼此并联的多个电池（例如燃料电池或其它电池），以提供多倍的电池电流。并联或串联的电池的数目可以是任意的，例如可以根据平均功率和峰值功率的数值来确定。

- 5 • 可选的 DC/DC 变换器 213，其被配置为将从第二子电源 202 输入的直流电能转换成具有不同参数的直流电能，其中所述 DC/DC 变换器的输出端通过第二开关 204 连接到备用电源的输出端。第二开关 204 例如可以是功率开关、断路器、接触器或者继电器。例如，DC/DC 变换器 213 将所输入的直流电能转换成具有不同电流或电压值的直流电能，所述电
- 10 流和电压的大小可以根据负载的所需功率或额定电流或额定电压来确定。在本实施例中，示出了两个 DC/DC 变换器 213。在其它实施例中，也可以设置单个或更多个 DC/DC 变换器 213，它们与相应第二子电源 202 串联后彼此并联。DC/DC 变换器 213 尤其是双向 DC/DC 变换器，其中双向 DC/DC 变换器是指，既可以从该双向 DC/DC 变换器的输入端直流电能
- 15 （正向工作），并在输出端输出经转换的直流电能，也可以从该双向 DC/DC 变换器的输出端输入直流电能，并在输入端输出经转换的直流电能（反向工作）。

- 可选的第三开关 205，其中交流电网 208 通过第三开关 205 连接到 AC/DC 转换器 206 的输入端。第三开关 205 例如可以是功率开关、断
- 20 路器、接触器或者继电器。通过相应的控制，交流电网 208 既可以给负载供电，也可以给第一和/或第二子电源充电。

- 可选的逆变器 207，其被配置为将直流电能转换成交流电能。所述逆变器 207 的输入端与备用电源的输出端 OUT 连接，并且所述逆变器的输出端连接到负载。在此，在逆变器 207 的两个输入端子之间可以连
- 25 接电容 210。电容 210 例如可以抑制从电网或子电源中输入的电能中的高频杂波/谐波，也可以吸收电路中的电感性负载的无功电流。此外，在 AC/DC 转换器 206 的输出端处可以设置预充电电路 211，其包括开关和与该开关并联的保险装置。预充电电路 211 的作用是，在预充电时（该开关断开）确保预充电电流不超过阈值，以避免损坏电路中的部件。逆
- 30 变器 207 可以设置多个，以分别为不同的交流负载 209 供电。在此，交流负载 209 例如为偏航电机和控制电路。

- 可选的控制器（未示出），所述控制器被配置为执行下列动作：

在检测到通过第三开关205接入的交流电网208的电压低于电压阈值时（例如停电时），闭合第一开关203和/或第二开关204以接入第一子电源203和/或第二子电源204，其中在闭合第二开关204的情况下，DC/DC变换器213正向工作，使得第二子电源202放电，其中：

5 在备用电源200的所期望的输出功率（例如为负载209的额定功率）小于或等于功率阈值时，闭合第一开关203并断开第二开关204以接入第一子电源201；以及

 在备用电源200的所期望的输出功率（例如为负载209的峰值功率）大于功率阈值时，闭合第一开关203和第二开关204以接入第一子电源201和第二子电源202；以及

10 在检测到通过第三开关205接入的交流电网208的电压高于电压阈值且第二子电源202的电量低于电量阈值时，闭合第二开关204，其中DC/DC变换器213反向工作，使得从交流电网208给第二子电源202充电。

15 下面阐述根据本发明的备用电源200的工作流程。

电网正常模式

 在交流电网208正常供电时，闭合第三开关205，使得交流电网208的交流电能经整流器206整流和逆变器207逆变以后再给交流负载209供电。由此可将通过变换器将交流负载209与交流电网208彼此隔离，

20 由此消除了上级变压器产生的高次谐波、杂波等有害电信号，避免交流负载209受损。

充电模式

 当交流电网208正常供电且第一或第二子电源201和/或202需要充电时（例如其电量低于电量阈值），闭合第一开关203和/或第二开关204，此时DC/DC转换器213工作在反向模式，使得从交流电网208给第一子电源202充电。当不需要充电时，可断开第一开关203和/或第二开关204。这种反向充电可使得子电源随时都可以被充电，并随时处于可用状态。

放电模式

30 在极端条件下、尤其是交流电网掉电时、即在交流电网208不能供电时，闭合第一开关203和/或第二开关204以接入第一子电源201和/或第二子电源202。当负载所需功率小于或等于功率阈值时，可仅接入

第一子电源 201。当负载所需功率大于阈值功率时，可以接入第一和第二子电源 201 和 202 二者。

下面以海上风力发电机为例阐述本发明的备用电源的运行方法。

海上风电发电机的抗台风偏航后备电源应用：

- 5 当海上风力发电机遇上台风电网失电情况时，可切换到本发明的后备电源，以驱动偏航系统正常运行，降低整机载荷，大幅提升海上风电机组可靠性。后备电源的启停机状态如下：

1) 启机及运行：海上风机 400Vac 上电，变频器常闭软启为母线电压 Udc 预充电，Udc 建立后，逆变电源自动启动为控制系统供电，控制系统上电启动后控制直流接触器闭合，完成母线电压建立过程，随后偏航系统跟随主控指令正常偏航运行，双向 DCDC 变换器根据电池电压进行充电，在此可采用滞环控制方式，避免反复给电池充电。

2) 电网掉电切换后备电源：400Vac 断电，Udc 下降至双向 DCDC 变换器启动放电阈值时，电池和双向 DCDC 变换器为母线供电；电网断路器断开，后备交流电源断路器闭合，后备交流电源接入系统，由通用变频器进行电能变换给系统供电。两种后备电源切换及运行时长由主控调配，完成电网和后备电源自动切换功能。

3) 断电：400Vac 断电，同时停止双向 DCDC 变换器放电功能，断开 DC 回路开关，实现系统断电，注意后备电源依然有电。

20 图 3 示出了用于运行根据本发明的备用电源的方法 300 的流程，其中虚线框示出了可选步骤。

在步骤 301，确定通过第三开关接入的交流电网的电网电压。例如，可以通过电压传感器、电压表来测量电网电压。

25 在可选步骤 302，确定功率阈值。例如可以根据下列公式确定所述功率阈值 $P_{\text{阈值}}$ ：

$$P_{\text{阈值}} = P_{\text{平均}} * a + P_{\text{峰值}} * (1 - a)$$
，其中 $0 \leq a \leq 1$ ，其中 $P_{\text{平均}}$ 为电源负载所需平均功率，可按照分钟级负载数据进行统计； $P_{\text{峰值}}$ 为电源负载的峰值功率，可按照秒级负载数据进行统计； a 为比例系数，通过该比例系数可按照实际系统运行工况调整功率阈值。例如，在风机辅助供电系统中， $P_{\text{平均}}$ 取 34kW， $P_{\text{峰值}}$ 取 73kW， a 取 0.6， $P_{\text{阈值}}$ 可设置为 57kW。发明人通过研究发现，通过调节 a ，可以调节从平均功率过渡到峰值功率的时间点，即负载功率在达到平均功率与峰值功率之间的某个点时，即将备用电源

的功率调节到峰值功率或以上。 a 越小，则时间点越提前，反之则越靠后。研究证明， a 当 a 取0.6至0.8时，可实现较好的功率过渡。在一个优选实施例中，发电机（如柴油发电机）的功率与电源的负载的平均功率之间的比例为大于或等于1:1，并且发电机的功率与电源的负载的峰值功率之间的比例为小于或等于1:2（即小于或等于0.5），在这种情况下，发电机（第一子电源）的功率小于或等于电池组（第二子电源）的功率。由此，无需配备大功率发电机，而是可以配备低功率发电机，由此降低备用电源的成本。

在步骤303，在所述电网电压低于电压阈值并且备用电源的所期望的输出功率小于或等于功率阈值时，闭合第一开关并断开第二开关以接入第一子电源，使得由第一子电源供电。

在步骤304，在所述电网电压低于电压阈值并且备用电源的所期望的输出功率大于功率阈值时，闭合第一开关和第二开关以接入第一子电源和第二子电源，使得由第一子电源和第二子电源共同供电，其中DC/DC变换器正向工作，使得第二子电源放电。

在步骤305，在所述电网电压高于电压阈值且第二子电源的电量低于电量阈值时，闭合第二开关，其中DC/DC变换器反向工作，使得从交流电网给第二子电源充电。

虽然本发明的一些实施方式已经在本申请文件中予以了描述，但是本领域技术人员能够理解，这些实施方式仅仅是作为示例示出的。本领域技术人员在本发明的教导下可以想到众多的变型方案、替代方案和改进方案而不超出本发明的范围。所附权利要求书旨在限定本发明的范围，并由此涵盖这些权利要求本身及其等同变换的范围内的方法和结构。

权 利 要 求 书

1. 一种备用电源，包括：

第一子电源，其被配置为提供交流电能，其中第一子电源连接到AC/DC转换器的输入端；

5 AC/DC转换器，其被配置为将交流电能转换成直流电能，其中所述AC/DC转换器的输出端连接到备用电源的输出端；以及

第二子电源，其被配置为提供直流电能，其中第二子电源连接到备用电源的输出端。

2. 根据权利要求1所述的备用电源，还包括：

10 第一开关，其中第一子电源通过第一开关连接到AC/DC转换器的输入端。

3. 根据权利要求2所述的备用电源，还包括：

DC/DC变换器，其被配置为将直流电能转换成具有不同参数的直流电能，其中所述DC/DC变换器的输入端与第二子电源连接，并且所述
15 DC/DC变换器的输出端通过第二开关连接到备用电源的输出端。

4. 根据权利要求1所述的备用电源，其中：

第一子电源包括下列各项中的一个或多个：

发电机；以及

电池组和直流到交流变换器的组合；以及

20 第二子电源包括下列各项中的一个或多个：

电池组、超级电容；以及

发电机和交流到直流变换器的组合。

5. 根据权利要求3所述的备用电源，其中所述DC/DC变换器为双向DC/DC变换器，并且其中该备用电源还包括：

25 第三开关，其中交流电网通过第三开关连接到AC/DC转换器的输入端。

6. 根据权利要求1所述的备用电源，其中第一开关和/或第二开关和/或第三开关包括下列各项之一：功率开关、断路器、接触器、以及继电器。

30 7. 根据权利要求1所述的备用电源，还包括：

逆变器，其被配置为将直流电能转换成交流电能，其中所述逆变器的输入端与备用电源的输出端连接，并且所述逆变器的输出端连接到负

载。

8. 根据权利要求3所述的备用电源，还包括控制器，所述控制器被配置为执行下列动作：

5 在检测到通过第三开关接入的交流电网的电压低于电压阈值时，闭合第一开关和/或第二开关以接入第一子电源和/或第二子电源，其中在闭合第二开关的情况下，DC/DC变换器正向工作，使得第二子电源放电，其中：

在备用电源的所期望的输出功率小于或等于功率阈值时，闭合第一开关并断开第二开关以接入第一子电源；以及

10 在备用电源的所期望的输出功率大于功率阈值时，闭合第一开关和第二开关以接入第一子电源和第二子电源。

9. 根据权利要求8所述的备用电源，其中所述控制器还被配置为执行下列动作：

15 在检测到通过第三开关接入的交流电网的电压高于电压阈值且第二子电源的电量低于电量阈值时，闭合第二开关，其中DC/DC变换器反向工作，使得从交流电网给第二子电源充电；和/或

在检测到通过第三开关接入的交流电网的电压低于电压阈值且第二子电源的电量低于电量阈值时，闭合第一开关和第二开关，其中DC/DC变换器反向工作，使得从第一子电源给第二子电源充电。

20 10. 一种用于运行根据权利要求1至9之一所述的备用电源的方法，包括下列步骤：

确定通过第三开关接入的交流电网的电网电压；

25 在所述电网电压低于电压阈值并且备用电源的所期望的输出功率小于或等于功率阈值时，闭合第一开关或第二开关以接入第一子电源或第二子电源，使得由第一子电源或第二子电源供电；

在所述电网电压低于电压阈值并且备用电源的所期望的输出功率大于功率阈值时，闭合第一开关和第二开关以接入第一子电源和第二子电源，使得由第一子电源和第二子电源共同供电，其中DC/DC变换器正向工作，使得第二子电源放电；以及

30 在所述电网电压高于电压阈值且第二子电源的电量低于电量阈值时，闭合第二开关，其中DC/DC变换器反向工作，使得从交流电网给第二子电源充电。

11. 根据权利要求10所述的方法，还包括下列步骤：

根据下列公式确定所述功率阈值 $P_{\text{阈值}}$ ：

5 $P_{\text{阈值}} = P_{\text{平均}} * a + P_{\text{峰值}} * (1 - a)$ ，其中 $0 \leq a \leq 1$ ，其中 $P_{\text{平均}}$ 为电源负载所需平均功率，按照分钟级负载数据进行统计； $P_{\text{峰值}}$ 为电源负载的峰值功率，按照秒级负载数据进行统计； a 为比例系数，通过该比例系数调整功率阈值。

12. 一种风力发电机，其具有根据权利要求1至9之一所述的备用电源，其中连接在备用电源的输出端处的负载包括下列各项中的一个或多个：偏航轴承、变桨轴承、以及控制电路。

10 13. 一种新能源设备，其具有根据权利要求1至9之一所述的备用电源。