(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113162215 B
(45)授权公告日 2023.06.02

(21)申请号 202110355573.6
(22)申请日 2021.04.01
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113162215 A
(43)申请公布日 2021.07.23
(73)专利权人 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司
地址 310014 浙江省杭州市潮王路22号
(72)发明人 闵宽 杨林刚 杨阔 陈荣 施朝晖 杨飞 郦洪柯 吴津施 戴琦伟
(74)专利代理机构 浙江杭州金通专利事务所有限公司 33100
专利代理师 刘晓春
(51)Int.Cl.
H02J 9/06(2006.01)
审查员 卢烈

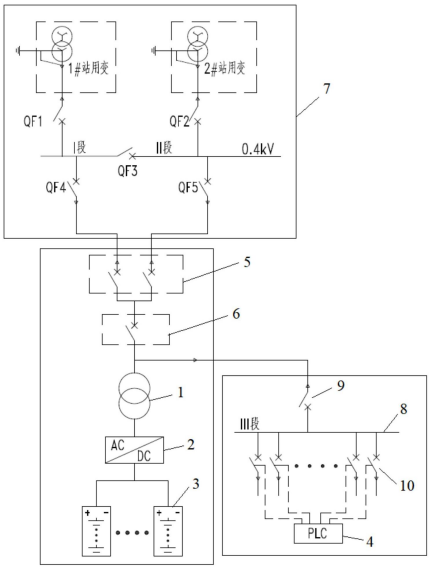
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

代替海上平台柴油发电机系统的应急电源系统及控制方法

(57)摘要

本发明公开一种代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统及控制方法，属于电力系统领域。该应急电源系统包括储能系统设备、低压配电系统设备和辅助系统设备；海上平台应用柴油发电系统作为应急电源时，存在运维难、启动慢、集成度低等问题。本发明采用电池储能作为海上平台的一种新型应急电源，通过需求制定合理的储能容量选型，制定适合海上平台的控制策略，可做到响应时间快，便于运维，便于控制，电气化集成度高，减少燃油危险等问题。



CN 113162215 B

1.一种代替海上平台柴油发电机系统的应急电源系统，其特征在于：包括储能系统设备、低压配电系统设备和辅助系统设备；储能系统设备主要由隔离升压变压器、储能双向变流器、储能电池组、本地控制器、储能负荷控制器、双电源切换装置和ATS快速切换开关组成；低压配电系统设备主要由低压配电系统和应急配电系统组成；低压配电系统输出端接至双电源切换装置，双电源切换装置输出端接至ATS快速切换开关；ATS快速切换开关的第一路输出端接至应急配电系统，ATS快速切换开关的第二路输出端接至隔离升压变压器并通过储能双向变流器向储能电池组充电，且隔离升压变压器输出端接至应急配电系统，可通过ATS快速切换开关和本地控制器相配合用于控制并网模式和离网模式的切换；

所述应急配电系统包括应急负荷母线、应急负荷进线和应急负荷馈线；所述储能负荷控制器为PLC控制器；

所述应急电源系统会在电网恢复供电后自行切换充电，而不需要和柴油发电机一样在耗损后都需要有人工出海补充柴油，所述的代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统的控制方法，包括在非旁路模式和旁路模式下的两种运行过程，其特征在于，包括以下步骤：

(一)非旁路模式：

S01、本地控制器首先从ATS读取电网电压频率是否正常，正常则设置ATS快速切换开关进入并网模式并启动，否则进入离网模式并启动；

S02、ATS快速切换开关进入并网模式并启动后，本地控制器确认ATS快速切换开关是否完成并网启动，若启动失败则系统停机；

S03、ATS快速切换开关启动完成后，本地控制器读取储能双向变流器状态是否正常，正常则设置储能双向变流器进入并网模式并启动，否则设置ATS快速切换开关带负载独立运行；

旁路模式：

S11、当ATS快速切换开关中晶闸管故障或系统检修时，可通过闭合旁路断路器保证负载不间断供电，此时系统工作于旁路模式；

S12、旁路模式开启后，本地控制器首先检测ATS快速切换开关内旁路开关是否闭合，若未闭合，则结束旁路模式；

S13、当检测到旁路开关闭合后，本地控制器从ATS读取电网电压频率是否正常，若不正常，则结束旁路模式；

S14、当检测到电网电压频率正常后，本地控制器设置为旁路模式并启动，执行旁路运行策略；

S15、ATS快速切换开关启动完成后，本地控制器读取储能双向变流器状态是否正常，正常则设置储能双向变流器进入并网模式并启动，否则设置ATS快速切换开关带负载独立运行；

步骤S01中还包括：

S001、本地控制器设置ATS快速切换开关进入离网模式并启动后，本地控制器确认ATS快速切换开关是否完成离网启动，若启动失败则系统停机；

S002、ATS快速切换开关启动完成后，本地控制器读取储能双向变流器状态是否正常，正常则设置储能双向变流器进入离网模式并启动，否则本地控制器执行系统停机命令；

S003、储能双向变流器完成离网运行后，本地控制器检测储能电池组是否处于放电极限状态，若是则系统停机，否则储能电池组开始对应急负荷进行放电；

在非旁路模式下，若储能双向变流器、ATS快速切换开关发生故障，则本地控制器执行系统停机命令；在非旁路模式下，当本地控制器监测到电网电压频率恢复正常，储能双向变流器转换为并网模式，本地控制器转换为并网模式，ATS快速切换开关完成VF到PQ的无缝切换；

在非旁路模式或者旁路模式下，当储能双向变流器完成并网运行后，本地控制器检测储能电池组是否已经充满电，充满则设置SOC进入保护模式，停止充电，否则继续给储能电池组进行充电；在非旁路模式或者旁路模式下，若ATS快速切换开关发生故障，则本地控制器执行系统停机命令或结束旁路模式；

在非旁路模式下，当本地控制器监测到电网电压频率不正常时，储能双向变流器转换为离网模式，本地控制器转换为离网模式，ATS快速切换开关完成PQ到VF的无缝切换；

在非旁路模式或者旁路模式下，当ATS快速切换开关带负载独立运行时，本地控制器实时判断ATS快速切换开关是否故障，若有故障，则本地控制器执行系统停机命令；

在旁路模式下，且当ATS快速切换开关带负载独立运行时，本地控制器检测到旁路开关闭合时，结束旁路模式。

2.根据权利要求1所述的一种代替海上平台柴油发电机系统的应急电源系统，其特征在于：辅助系统设备包括消防控制系统和环境控制系统，消防控制系统包括火情监测设备和消防灭火设备，环境控制系统包括通风与温度控制设备。

代替海上平台柴油发电机系统的应急电源系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统领域，具体涉及一种代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统及控制方法。

背景技术

[0002] 从目前风资源开发及规划情况看，国内可供开发的陆上风电场资源有限，海上风电场开发成为沿海地区进一步发展风电事业的必由之路。

[0003] 传统的柴油发电机技术由于其技术成熟、设备造价低等优势，目前欧洲海上风电场、我国已建设及正在建设的海上风电场和海上石油平台均采用柴油发电机作为海上平台(换流站)的应急电源。柴油发电系统技术成熟，电力电子元器件较少，基础件、零配件质量好，集成性好，日常维护、安装难度小、运行灵活方便。但柴油发电系统为应急负荷供电，也存在一些通病：①从运维方面，海上平台上工作环境恶劣，启动频次少，柴油发电机需要定时带空载运行，这无疑给运维人员增加了不少运维工作。同时，柴油机供电系统需要配备柴油，分别设置柴油机房和油罐室。柴油在一次耗损后，就需人为干涉，出海运输补给柴油。②从启动方面，柴油发电系统启动时间较长，可达十多秒甚至更长，自启动也存在启动失败问题。③从控制方面，柴油发电系统本身的控制依赖于低压配电系统及其他控制系统发送控制命令，系统集成度相对较低。④从环保方面。柴油机燃烧有着高排放、高污染的缺点。

[0004] 近年来，随着海上风电事业的蓬勃发展，海上风电场的建设逐渐由近距离向着深远海方向发展。这无疑对柴油发电系统的日常运维造成越来越大的考验。而储能电池技术作为近几年迅速发展的产业，在陆上微网、应急能源等有着较多工程应用。本发明首次将储能系统融入海上风电场应急电源系统。解决柴油发电系统作为应急电源时，运维难、启动慢、集成度低等问题。

[0005] 基于上述情况，本发明提出了一种代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统及控制方法，可有效解决以上问题。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的不足，本发明的目的在于提供一种代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统。用于解决海上平台柴油发电系统稳定性差、可靠性低运维难、运维成本高的问题，同时给出了一种能达到该目的的应急储能电源系统控制方法。

[0007] 为解决上述技术问题，本发明通过下述技术方案实现：

[0008] 第一方面，本发明提供一种代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统，包括储能系统设备、低压配电系统设备和辅助系统设备；储能系统设备主要由隔离升压变压器、储能双向变流器、储能电池组、本地控制器、储能负荷控制器、双电源切换装置和ATS快速切换开关组成；低压配电系统设备主要由低压配电系统和应急配电系统组成；低压配电系统输出端接至双电源切换装置，双电源切换装置输出端接至ATS快速切换开关；ATS快速切换开关的第一路输出端接至应急配电系统，ATS快速切换开关的第二路输出端接至隔

离升压变压器并通过储能双向变流器向储能电池组充电，且隔离升压变压器输出端接至应急配电系统，可通过ATS快速切换开关和本地控制器相配合用于控制并网模式和离网模式的切换。

[0009] 其中，所述储能电池组包括任意可反复充放电循环的正常储能电池，例如锂离子电池、铅酸电池、燃料电池等。所述储能负荷控制器为任意可满足本发明控制策略要求的PLC控制器。所述ATS快速切换开关须在双电源切换装置检测动作周期完成后，方可对系统是否失电进行检测，以保证不出现开关抖动现象。

[0010] 作为本发明的一种优选技术方案，辅助系统设备包括消防控制系统和环境控制系统，消防控制系统包括火情监测设备和消防灭火设备，环境控制系统包括通风与温度控制设备。

[0011] 应急配电负荷包括海上平台应急照明、海上平台救生船电源、海上平台信号灯和声响信号、海上平台导航等、海上平台环境控制系统、海上平台消防系统、海上平台消防报警设备、消防广播设备、海上平台应急通信设备。所述海上平台包括海上油气平台、海上风力发电平台、海上换流站平台以及海上配电系统平台等多种海上平台。

[0012] 作为本发明的一种优选技术方案，低压配电系统配置有两台站用变压器，设置两段低压配电母线，一台站用变压器连接低压 I段母线，另一台站用变压器连接低压II段母线，I段和II段通过母联连接。

[0013] 作为本发明的一种优选技术方案，ATS快速切换开关中晶闸管故障或系统检修时，可通过闭合旁路断路器保证负载不间断供电，此时系统工作于旁路模式。

[0014] 所述储能电池组电池容量的配置根据应急负荷功率和供电时间，实际容量，得出储能电池组容量选型公式[1] [2]。

[0015] [1] $R = \frac{R\prime}{u*\mu*\gamma}$；

[0016] [2] $u = u1 * u2 * u3 * u4$；

[0017] R——系统容量

[0018] R’ ——系统可用容量

[0019] u——系统效率

[0020] u1——储能电池效率

[0021] u2——储能双向变流器效率

[0022] u3——隔离变压器效率

[0023] u4——考虑系统其它损耗后的效率

[0024] μ——放电深度

[0025] γ——电池衰减

[0026] 所述电网侧电源系统正常时，由系统侧两回低压配电进线中任意一回进行供电。当本段进线回路失电时，由双电源切换装置切换至有电的回路进行供电；当另一段进线回路失电时，继续保持本段回路供电双电源切换装置不动作。此时ATS快速切换开关始终闭合，储能系统处于浮充电状态。此状态下整个系统工作于并网运行模式。

[0027] 所述系统侧两端进线均失电时，由ATS快速切换开关首先检测到线路侧失电，而后断开储能系统与系统电源侧的连接。整个储能系统此时从并网运行模式切换到离网运行模

式。

[0028] 所述系统在ATS快速切换开关断开后，处于离网运行模式，此时由储能系统对应急负荷进行供电。

[0029] 所述ATS快速切换开关在检测到线路侧恢复供电后，切换开关自动投入并具备同期合闸功能，此时由电网电源对应急负荷供电，并对储能电池组进行充电。

[0030] 第二方面，本发明还提供一种代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统的控制方法，包括在非旁路模式和旁路模式下的两种运行过程，包括以下步骤：

[0031] (一)非旁路模式：

[0032] S01、本地控制器首先从ATS读取电网电压频率是否正常，正常则设置ATS快速切换开关进入并网模式并启动，否则进入离网模式并启动；

[0033] S02、ATS快速切换开关进入并网模式并启动后，本地控制器确认ATS快速切换开关是否完成并网启动，若启动失败则系统停机；

[0034] S03、ATS快速切换开关启动完成后，本地控制器读取储能双向变流器状态是否正常，正常则设置储能双向变流器进入并网模式并启动，否则设置ATS快速切换开关带负载独立运行；

[0035] 旁路模式：

[0036] S11、当ATS快速切换开关中晶闸管故障或系统检修时，可通过闭合旁路断路器保证负载不间断供电，此时系统工作于旁路模式；

[0037] S12、旁路模式开启后，本地控制器首先检测ATS快速切换开关内旁路开关是否闭合，若未闭合，则结束旁路模式；

[0038] S13、当检测到旁路开关闭合后，本地控制器从ATS读取电网电压频率是否正常，若不正常，则结束旁路模式；

[0039] S14、当检测到电网电压频率正常后，本地控制器设置为旁路模式并启动，执行旁路运行策略；

[0040] S15、ATS快速切换开关启动完成后，本地控制器读取储能双向变流器状态是否正常，正常则设置储能双向变流器进入并网模式并启动，否则设置ATS快速切换开关带负载独立运行。

[0041] 作为本发明的一种优选技术方案，步骤S01中还包括：

[0042] S001、本地控制器设置ATS快速切换开关进入离网模式并启动后，本地控制器确认ATS快速切换开关是否完成离网启动，若启动失败则系统停机；

[0043] S002、ATS快速切换开关启动完成后，本地控制器读取储能双向变流器状态是否正常，正常则设置储能双向变流器进入离网模式并启动，否则本地控制器执行系统停机命令；

[0044] S003、储能双向变流器完成离网运行后，本地控制器检测储能电池组是否处于放电极限状态，若是则系统停机，否则储能电池组开始对应急负荷进行放电。

[0045] 作为本发明的一种优选技术方案，在非旁路模式下，若储能双向变流器、ATS快速切换开关发生故障，则本地控制器执行系统停机命令；在非旁路模式下，当本地控制器监测到电网电压频率恢复正常，储能双向变流器转换为并网模式，本地控制器转换为并网模式，ATS快速切换开关完成VF到PQ的无缝切换。

[0046] 作为本发明的一种优选技术方案，在非旁路模式或者旁路模式下，当储能双向变

流器完成并网运行后，本地控制器检测储能电池组是否已经充满电，充满则设置SOC进入保护模式，停止充电，否则继续给储能电池组进行充电；在非旁路模式或者旁路模式下，若ATS快速切换开关发生故障，则本地控制器执行系统停机命令或结束旁路模式。

[0047] 作为本发明的一种优选技术方案，在非旁路模式下，当本地控制器监测到电网电压频率不正常时，储能双向变流器转换为离网模式，本地控制器转换为离网模式，ATS快速切换开关完成PQ到VF的无缝切换。

[0048] 作为本发明的一种优选技术方案，在非旁路模式或者旁路模式下，当ATS快速切换开关带负载独立运行时，本地控制器实时判断ATS快速切换开关是否故障，若有故障，则本地控制器执行系统停机命令。

[0049] 作为本发明的一种优选技术方案，在旁路模式下，且当ATS快速切换开关带负载独立运行时，本地控制器检测到旁路开关闭合时，结束旁路模式。

[0050] 本发明与现有技术相比，具有以下优点及有益效果：

[0051] 本发明提供了一种新的应急电源供应模式，解决了海上平台柴油发电系统稳定性差、运维难的问题，可有效减少柴油发电系统运行后需要出海运维的成本，通过自动充放电实现对海上平台应急供电的需要。储能系统融入海上风电场应急电源系统后，①电气化程度较高，通过快速切换开关，切换响应速度最快可达ms级。②储能系统通过PCS储能双向变流器监控和储能管理系统，对主设备及电池设备实时管理、监控。实现“远程监控”、现地“无人”运维。在一次用电损耗后，本系统会在电网恢复供电后自行切换充电，而不需要和柴油发电机一样在耗损后都需要有人工出海补充柴油。因此，储能系统与海上平台应急电源系统的结合，具有非常重大的意义。

附图说明

[0052] 图1为本发明的系统电气原理示意图。

[0053] 图2为本发明的非旁路模式控制流程图。

[0054] 图3为本发明的旁路模式控制流程图。

[0055] 附图标记：1-隔离升压变压器；2-储能双向变流器；3-储能电池组；4-储能负荷控制器；5-双电源切换装置；6-ATS快速切换开关；7-低压配电系统；8-应急负荷母线；9-应急负荷进线；10-应急负荷馈线。

实施方式

[0056] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合具体实施例对本发明的优选实施方案进行描述，但是应当理解，附图仅用于示例性说明，不能理解为对本专利的限制。

[0057] 下面结合附图1-3和实施例对本发明作进一步的说明，但并不作为对本发明限制的依据。

[0058] 如图1所示，本发明提供一种代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统，该应急电源系统包括储能系统设备、低压配电系统7设备和辅助系统设备；储能系统设备主要由隔离升压变压器1、储能双向变流器2、储能电池组3、本地控制器、储能负荷控制器4、双电源切换装置5和ATS快速切换开关6组成；低压配电系统7设备主要由低压配电系统7和应

急配电系统组成;低压配电系统7输出端接至双电源切换装置5,双电源切换装置5输出端接至ATS快速切换开关6;ATS快速切换开关6的第一路输出端接至应急配电系统,ATS快速切换开关6的第二路输出端接至隔离升压变压器1并通过储能双向变流器2向储能电池组3充电,且隔离升压变压器1输出端接至应急配电系统,可通过ATS快速切换开关6和本地控制器相配合用于控制并网模式和离网模式的切换。

[0059] 所述低压配电系统7配置有两台站用变压器,设置两段低压配电母线,一台站用变压器连接低压 I段母线,另一台站用变压器连接低压II段母线,I段和II段通过母联连接。

[0060] 所述应急配电系统包括应急负荷母线8、应急负荷进线9和应急负荷馈线10。

[0061] 所述辅助系统设备包括消防控制系统和环境控制系统,消防控制系统包括火情监测设备和消防灭火设备,环境控制系统包括通风与温度控制设备。所述消防控制系统包括火情监测设备和消防灭火设备,火情监测采用光电感烟及光电感温两种火灾自动报警探测设备,消防系统拟采用火探管+七氟丙烷的消防措施,具备第一时间检测到电气火灾和扑灭电气火灾的能力。所述火探管缠绕在电池架上以及控制屏柜内,当储能电池组3或者设备屏柜内温度升高到不正常温度时,火探管动作对相关设备完成消防。

[0062] 所述环境控制系统配置通风与温度控制设备,考虑储能电池对温湿度的运行敏感度,温度过高或过低都会引起电池容量衰退速度加快、自放电率加大、容量利用率大打折扣等。本发明储能电池室采用恒温恒湿设计,设置通风空调系统,使得室内环境温度恒定在适宜设备运行的环境下,以确保电池系统工作在适宜温度范围内。

[0063] 如图2所示,在非旁路模式下,本地控制器首先从ATS读取电网电压频率是否正常,正常则设置ATS快速切换开关6进入并网模式并启动,否则设置ATS快速切换开关6进入离网模式并启动。

[0064] 所述ATS快速切换开关6进入并网模式并启动后,本地控制器确认ATS快速切换开关6完成并网启动,否则ATS快速切换开关6发出电网启动失败信号,系统停机。

[0065] ATS快速切换开关6启动完成后,本地控制器读取储能双向变流器2状态是否正常,正常则本地控制器设置储能双向变流器2进入并网模式并启动,否则设置ATS快速切换开关6带负载独立运行。

[0066] 储能双向变流器2完成并网运行后,本地控制器检测储能电池组3是否已经充满电,充满则本地控制器设置SOC进入保护模式,停止充电;否则继续给储能电池组3进行充电。

[0067] ATS快速切换开关6带负载独立运行过程中,本地控制器实时判断ATS快速切换开关6是否故障,当ATS快速切换开关6运行过程中故障时,本地控制器执行系统停机命令。

[0068] 若ATS快速切换开关6发生故障,则本地控制器执行系统停机命令;若储能双向变流器2发生故障,则设置ATS快速切换开关6带负载独立运行。

[0069] 当本地控制器监测到电网电压频率不正常时,储能双向变流器2转换为离网模式,本地控制器转换为离网模式,ATS快速切换开关6完成PQ到VF的无缝切换。

[0070] 离网模式运行后,本地控制器检测储能电池组3是否处于放电极限状态,若是,则系统停机;否则储能电池组3开始对应急负荷进行放电。

[0071] 若储能双向变流器2、ATS快速切换开关6发生故障,则本地控制器执行系统停机命令。

[0072] 当本地控制器监测到电网电压频率恢复正常，储能双向变流器2转换为并网模式，本地控制器转换为并网模式，ATS快速切换开关6完成VF到PQ的无缝切换。此后重复执行并网控制策略流程。

[0073] 如图2所示，在非旁路模式下，本地控制器首先从ATS读取电网电压频率是否正常，正常设置ATS快速切换开关6进入并网模式，否则设置ATS快速切换开关6进入离网模式。

[0074] 所述ATS快速切换开关6进入离网模式并启动后，本地控制器确认ATS快速切换开关6完成离网启动，否则ATS快速切换开关6发出离网启动失败信号，系统停机。

[0075] ATS快速切换开关6启动完成后，本地控制器读取储能双向变流器2状态是否正常，正常则本地控制器设置储能双向变流器2进入离网模式并启动，否则本地控制器执行系统停机命令。

[0076] 储能双向变流器2完成离网运行后，本地控制器检测储能电池组3是否处于放电极限状态，若是，则系统停机；否则储能电池组3开始对应急负荷进行放电。

[0077] 若储能双向变流器2、ATS快速切换开关6发生故障，则本地控制器执行系统停机命令。

[0078] 当本地控制器监测到电网电压频率恢复正常，储能双向变流器2转换为并网模式，本地控制器转换为并网模式，ATS快速切换开关6完成VF到PQ的无缝切换。

[0079] 并网模式运行后，本地控制器检测储能电池组3是否已经充满电，充满则本地控制器设置SOC进入保护模式，停止充电；否则继续给储能电池组3进行充电。

[0080] 若ATS快速切换开关6发生故障，则本地控制器执行系统停机命令；若储能双向变流器2发生故障，则设置ATS快速切换开关6带负载独立运行。

[0081] 当本地控制器监测到电网电压频率不正常时，储能双向变流器2转换为离网模式，本地控制器转换为离网模式，ATS快速切换开关6完成PQ到VF的无缝切换。此后重复执行并网控制策略流程。

[0082] 所述ATS快速切换开关6中晶闸管故障或系统检修时，开始运行旁路模式。

[0083] 如图3所示，在旁路模式开启后本地控制器首先检测ATS快速切换开关6内旁路开关是否闭合，若未闭合，则结束旁路模式。

[0084] 当检测到旁路开关闭合后，本地控制器从ATS读取电网电压频率是否正常，若不正常，则结束旁路模式。

[0085] 当检测到电网电压频率正常后，本地控制器设置为旁路模式并启动，执行旁路运行策略。

[0086] ATS快速切换开关6启动完成后，本地控制器读取储能双向变流器2状态是否正常，正常则本地控制器设置储能双向变流器2进入并网模式并启动，否则设置ATS快速切换开关6带负载独立运行。

[0087] 储能双向变流器2完成并网运行后，本地控制器检测储能电池组3是否已经充满电，充满则本地控制器设置SOC进入保护模式，停止充电；否则继续给储能电池组3进行充电。

[0088] ATS快速切换开关6带负载独立运行过程中，本地控制器实时判断ATS快速切换开关6是否故障，当ATS快速切换开关6运行过程中故障时，本地控制器执行系统停机命令。

[0089] 若储能双向变流器2发生故障，则设置ATS快速切换开关6带负载独立运行；若ATS

快速切换开关6发生故障，则结束旁路模式。

[0090] 当本地控制器检测到旁路开关闭合时，结束旁路模式。

[0091] 依据本发明的描述及附图，本领域技术人员很容易制造或使用本发明的一种代替海上平台柴油发电机系统的新的应急电源系统，并且能够产生本发明所记载的积极效果。

[0092] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例，并非对本发明做任何形式上的限制，凡是依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化，均落入本发明的保护范围之内。

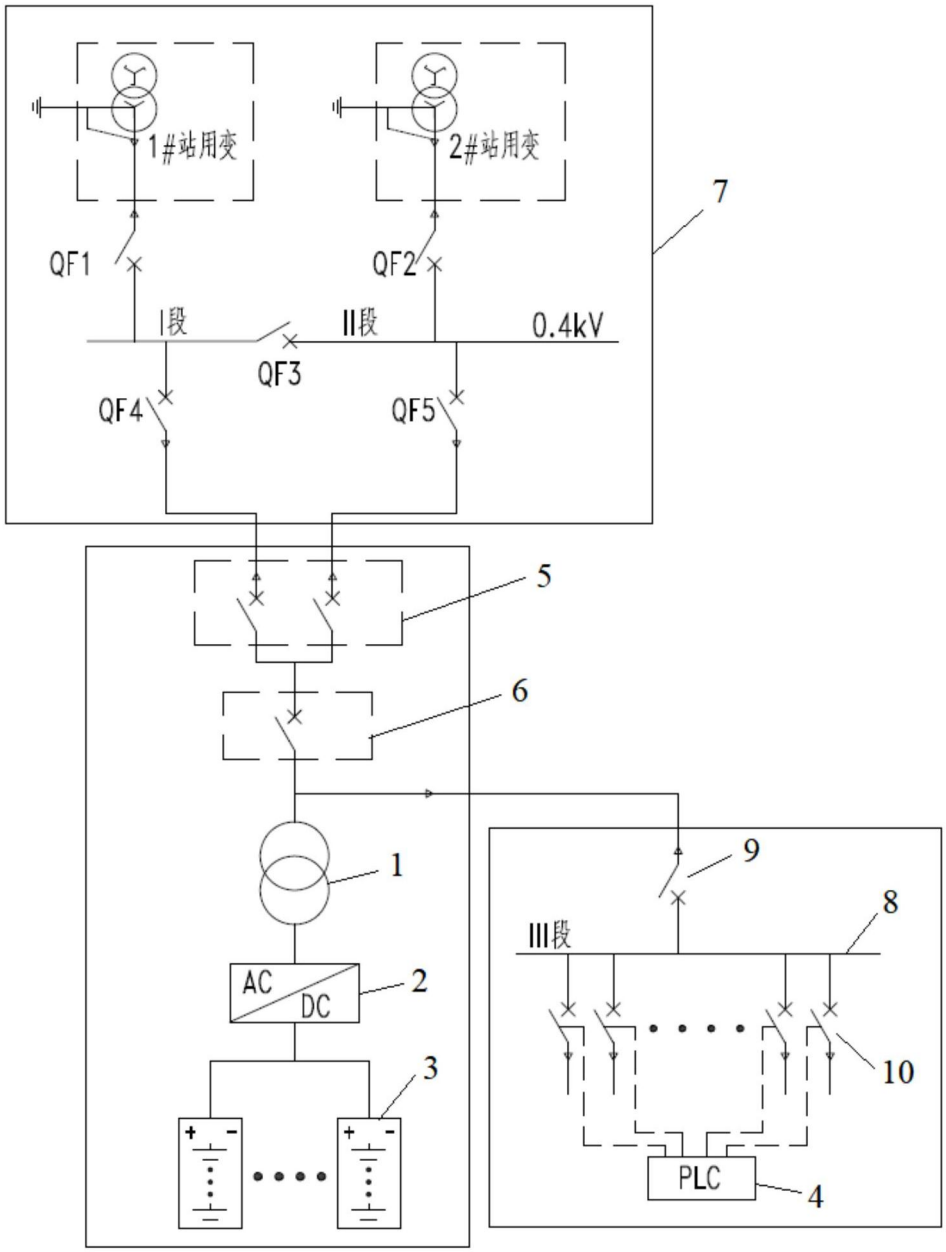

1#站用变
2#站用变
7
QF1
QF2
I段
II段
0.4kV
QF3
QF4
QF5
5
6
1
AC
DC
2
3
9
8
III段
10
PLC
4

图1

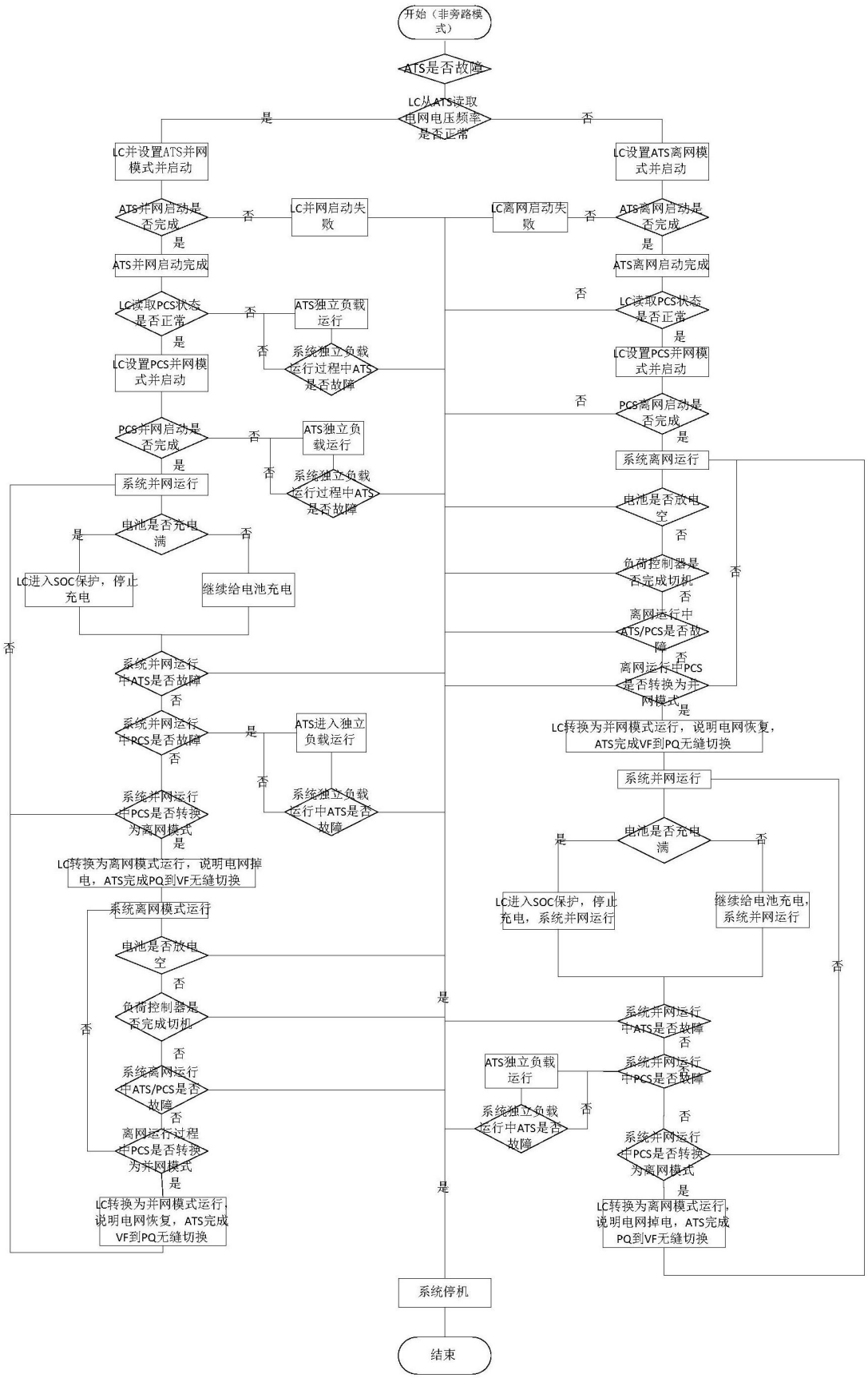

开始（非旁路模式）
ATS是否故障
LC从ATS读取电网电压频率是否正常
是
否
LC并设置ATS并网模式并启动
LC设置ATS离网模式并启动
ATS并网启动是否完成
否
LC并网启动失败
LC离网启动失败
否
ATS离网启动是否完成
是
是
ATS并网启动完成
ATS离网启动完成
LC读取PCS状态是否正常
否
ATS独立负载运行
否
LC读取PCS状态是否正常
是
否
是
系统独立负载运行过程中ATS是否故障
LC设置PCS并网模式并启动
LC设置PCS并网模式并启动
否
PCS并网启动是否完成
否
ATS独立负载运行
PCS离网启动是否完成
是
是
否
系统独立负载运行过程中ATS是否故障
系统并网运行
系统离网运行
电池是否充电满
是
否
电池是否放电空
否
LC进入SOC保护，停止充电
继续给电池充电
负荷控制器是否完成切机
否
否
否
离网运行中ATS/PCS是否故障
否
系统并网运行中ATS是否故障
离网运行中PCS是否转换为并网模式
否
是
是
系统并网运行中RCS是否故障
ATS进入独立负载运行
LC转换为并网模式运行，说明电网恢复，ATS完成VF到PQ无缝切换
否
否
系统并网运行
系统并网运行中PCS是否转换为离网模式
系统独立负载运行中ATS是否故障
电池是否充电满
是
否
是
LC转换为离网模式运行，说明电网掉电，ATS完成PQ到VF无缝切换
LC进入SOC保护，停止充电，系统并网运行
继续给电池充电，系统并网运行
否
系统离网模式运行
电池是否放电空
否
负荷控制器是否完成切机
否
是
否
系统并网运行中ATS是否故障
否
系统离网运行中ATS/PCS是否故障
否
ATS独立负载运行
系统并网运行中PCS是否故障
否
系统独立负载运行中ATS是否故障
否
离网运行过程中PCS是否转换为并网模式
否
系统并网运行中PCS是否转换为离网模式
是
是
是
LC转换为并网模式运行，说明电网恢复，ATS完成VF到PQ无缝切换
LC转换为离网模式运行，说明电网掉电，ATS完成PQ到VF无缝切换
系统停机
结束

图2

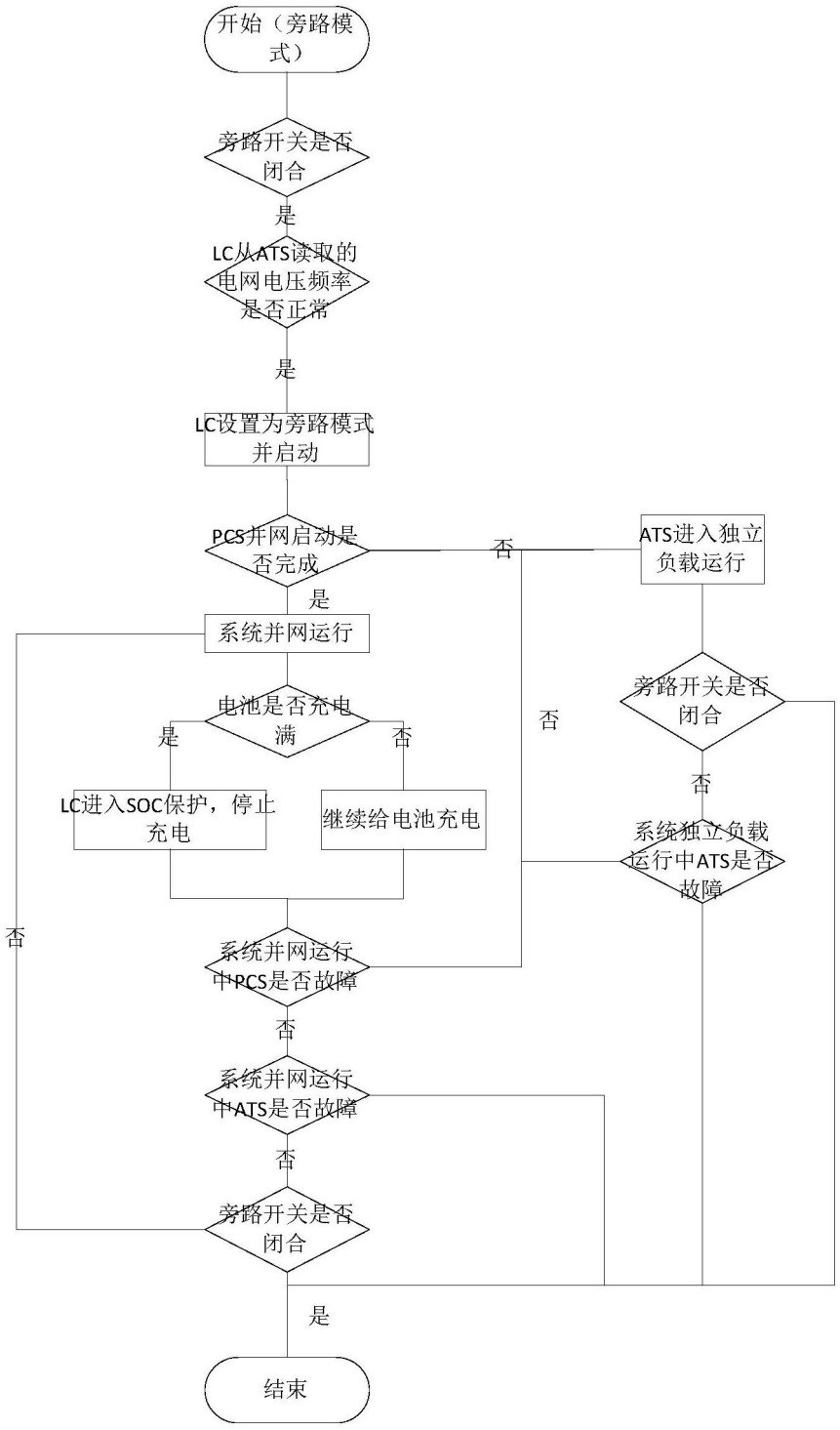

开始（旁路模式）
旁路开关是否闭合
是
LC从ATS读取的电网电压频率是否正常
是
LC设置为旁路模式并启动
PCS并网启动是否完成
否
ATS进入独立负载运行
是
系统并网运行
电池是否充电满
是
否
LC进入SOC保护，停止充电
继续给电池充电
否
旁路开关是否闭合
否
系统独立负载运行中ATS是否故障
否
系统并网运行中PCS是否故障
否
系统并网运行中ATS是否故障
否
旁路开关是否闭合
是
结束

图3