

T/ZHAQ

珠海市质量协会团体标准

T/ZHAQ 1—2022

辅助调频储能电站运行维护规程

Code for operation and maintenance of auxiliary frequency modulation energy
storage station

（报批稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2022 - 12 - 12 发布

2023 - 01 - 01 实施

珠海市质量协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 正常运行 2

 5.1 运行前检查 2

 5.2 运行前的试验 3

 5.3 巡查 3

6 故障处理 5

 6.1 PCS 集装箱系统故障处理 5

 6.2 电池集装箱故障处理 5

7 事故预案 5

 7.1 PCS 集装箱系统故障预案 5

 7.2 BMS 系统故障预案 6

 7.3 火灾事故预案 6

附录 A（规范性） PCS 集装箱系统绝缘电阻测试要求 8

附录 B（规范性） 储能系统火灾应急处置方案 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由珠海格力能源环境技术有限公司提出。

本文件由珠海市质量协会归口。

本文件起草单位：珠海格力能源环境技术有限公司、珠海市质量协会、珠海格力电器股份有限公司、格力钛新能源股份有限公司、珠海横琴格力华钛能源发展有限公司、广东电网有限责任公司珠海供电局、广东电网有限责任公司直流配用电研究中心。

本文件主要起草人：许鹏、陈庆培、邓苹、权双双、陈俊超、白小平、闫德霖、刘敏、王昊、黄才笋、谢翔、幸旭彬、曹健、杨锐雄。

辅助调频储能电站运行维护规程

1 范围

本文件规定了辅助调频储能电站运行维护的术语和定义、基本要求、正常运行、故障处理和事故预案。

本文件适用于辅助调频储能电站的运行维护，其他类型的储能电站可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 38755 电力系统安全稳定导则
GB 51048 电化学储能电站设计规范
GB/T 31464 电网运行准则
GB/T 36547 电化学储能系统接入电网技术规定
GB/T 36558 电力系统电化学储能系统通用技术条件
GB/T 40090 储能电站运行维护规程
DL/T 516 电力调度自动化运行管理规程
DL/T 544 电力通信运行管理规程
DL/T 969 变电站运行导则

3 术语和定义

GB/T 40090界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

辅助调频储能电站 auxiliary frequency modulation energy storage power station

辅助发电机组对电网进行频率调节的，采用电化学或其他方式进行储能的电站。由储能变流器集装箱系统、电池集装箱、能量管理系统及其他辅助设施组成，系统统称“储能系统”。

3.2

绝缘栅双极型晶体管 insulated gate bipolar transistor; IGBT

由双极型三极管和绝缘栅型场效应管组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件，具有高耐压、导通压降低、开关速度快等特点。

3.3

储能变流器 power conversion system; PCS

基于三相全桥逆变拓扑电路实现的双向变流设备，通过软件控制策略实现整流和逆变两种功能模式的控制实现和无缝切换，实现能量的双向流动。

3.4

能量管理系统 energy management system; EMS

采集储能电站信息和接收电网调度指令，通过相应的控制策略使储能站在调峰、调频、调压、平抑波动、跟踪计划出力等模式下工作。

3.5

人机界面 human machine interface; HMI

连接工业控制设备，利用显示屏显示，通过触摸屏、按键、鼠标等输入单元写入参数或输入操作命令，进而实现用户与机器进行信息交互。

4 基本要求

- 4.1 通过并网调试及验收，设计应符合 GB 51048 的要求，接入电网应符合 GB/T 36547 的要求，电站设备应符合 GB/T 36558 的要求，辅助调频储能电站运行维护应符合 GB/T 40090 的要求；
- 4.2 升压变及其相关设备的运行应符合 DL/T969 的规定；电站电力通信系统的运行应符合 DL/T544 的规定，调度自动化的运行应符合 DL/T516 的规定；
- 4.3 接入 10（6）KV 及以上公用电网的辅助调频储能电站应与电网调度机构签订并网调度协议，协议的内容应符合 GB/T31464 的要求，并配备有权接受调度指令人员；
- 4.4 应具备执行“无人值守+集中监控”模式与“有人值班”模式的条件，相关设备、设施（含消防系统）与储能电站同时设计、同时安装、同时投运。
- 4.5 应配备足够的仪器仪表、生产及安全工器具、备品备件，建立实物资产台账；
- 4.6 应配备能满足电站安全可靠运行需要的运行维护人员。运行维护人员上岗前应经过培训，掌握储能电站的设备性能和运行状态；
- 4.7 根据电站设备及功能定位，完成现场运行规程和相关应急预案的编写、审核与发布；
- 4.8 完成设备标志牌、相序牌、安全风险警示牌等制作和安装；
- 4.9 应制定典型操作票和工作票，制定交接班制度、巡视检查制度、设备定期试验轮换制度。
- 4.10 应结合储能电站事故特点，落实应急专项预案和现场处置方案，配备专业应急处置人员和满足事故处置需求的应急救援装备，定期组织开展电解液泄漏处置、电池热失控、火灾等应急演练。
- 4.11 应主动向属地政府应急管理部门、消防救援机构报备储能电站应急预案，与属地相关部门建立消防救援联动机制。
- 4.12 当电力系统发生故障时，运行应符合 GB 38755 的相关要求。
- 4.13 应根据储能电站实际运行情况，编制现场维护规范，现场规范应符合 GB/T 40090 第 5 章的规定。
- 4.14 应对设备运行状态、运行操作、异常及故障处理、维护等进行记录，并对运行指标进行分析。
- 4.15 应建立运行维护技术资料档案，对运行维护记录等进行归档。

5 正常运行

5.1 运行前检查

- 5.1.1 辅助调频储能电站设备停机检修后再运行，应开展运行前检查。
- 5.1.2 储能变流器集装箱系统（以下简称 PCS 系统）运行前应检查：
 - 变压器相序与电网相序一致；
 - 紧固件和连接件应不松动，宜重新紧固一次；

- 检查风机的转向，风应从线圈底部向上吹入线圈；
- 变压器支架和铁心接地牢靠；
- 检查变压器联结组别。

5.1.3 电池集装箱运行前应检查各结构件及电气连接的可靠性，经整体确认后才可对储能变流器交流侧送电，检查应包括但不限于：

- 电池模组、控制盒、检修开关正确安装；
- 所有设备结构件、螺丝、电气元件应完好不松动；
- 控制器局域网（简称 CAN）、以太网通信线缆连接完整，无缺失，连接应不松动；
- 直流汇流柜内的低压配电线缆与电气元件连接完整，无松动；
- 电池簇和直流汇流柜、直流柜和中压变流箱内 PCS 系统设备间的高压动力线缆应正确连接；
- 应分段检查每簇电池直流母线正、负极之间的绝缘电阻，汇流母线铜排正、负极之间的绝缘电阻；
- 应使用万用表检测交、直流侧电压，交直流侧电压应满足储能变流器启动条件，且无过压危险。
- 检查电池荷电状态（简称 SOC），范围宜在 30 %~40 %之间，不在范围需进行手动调整。

5.1.4 能量管理系统（简称 EMS）运行前应目视检查系统显示界面，应包含以下主要功能模块：

- 数据采集与处理；
- 自动发电控制（简称 AGC）响应；
- 储能系统能量分配；
- 人机交互。

5.2 运行前的试验

5.2.1 辅助调频储能电站在设备停机检修后再运行，应进行运行前试验。

5.2.2 PCS 集装箱系统运行前应测试：

- 测试绕线组在所有分接位置上的电压比，电压比应符合变压器规格要求；
- 对绝缘电阻进行测试，应符合附录 A 的要求；
- 外施工频耐压试验，试验电压为出厂试验电压数值的 80 %。

5.2.3 电池集装箱系统运行前的测试包括：

- 对单体电芯的电压，电压范围：[1.95 V~2.60 V]
- 对单体电芯的温度进行测试，温度范围：[25 °C~35 °C]；
- 对电池簇之间的总压差进行测试，电池簇总压差不应高于 5V。

5.3 巡查

5.3.1 每班应进行巡查，并做好记录。

5.3.2 PCS 集装箱系统巡查项目及表 1。

表 1 PCS 集装箱系统运行维护巡查表

序号	项目	要求
1	箱体外部状态	(1) 外箱应完整, 无破坏性痕迹, (2) 箱体各连接处无松动 (3) 周围环境应清洁, 周边无妨碍安全运行的物品
2	内部通风	(1) 通风良好, 排风机正常运行, 无剧烈振动、异常声音、不转等异常 (2) 空气滤网清洁, 若滤网有明显灰尘及通气不畅, 需进行清洁更换
3	内清洁	(1) 柜内清洁, 无积灰 (2) 使用软抹布或真空吸尘器进行清洁
4	部件连接稳定性	(1) 固定应平稳牢固、无歪斜、振动 (2) 无局部变形 (3) 连接螺栓应无松动
5	运行电压	交流侧运行电压应为 $(400 \pm 20) \text{ V}$
6	电流	电流应不超过额定电流值, 三相电流不平衡度不超过 5 %
7	IGBT 温度	IGBT 温度应不超过 $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$
8	铜排	无变形
9	系统运行声音	均匀的“嗡嗡”电磁声, 不应有异响
10	(极端天气时) 排查	(1) 雷雨时, 应检查各部位有无放电声及放电痕迹 (2) 天气剧冷或剧热时, 检查功率模块温度变化情况, 不应超出约定参数

5.3.3 电池集装箱巡查项目及要求

5.3.3.1 对设备连接部位进行检查, 应牢靠;

5.3.3.2 对电池或电池组的状态进行检查, 包括但不限于:

- 电池外壳是否正常, 不应存在鼓胀、破裂等型变现象;
- 电池放置的环境要求: 温度 $(25 \pm 3) \text{ }^{\circ}\text{C}$, 湿度不超过 90 %rh;
- 电池上盖或极柱位置避免有水或溅到有其他导电物;
- 电池组上盖或极柱上是否清洁, 如存在过多的灰尘或其他杂物, 应及时用压缩空气进行清理, 避免使用水或浸湿物进行清理;

5.3.3.3 在电流集装箱进行充放电时, 应有专业人员进行看护, 应注意:

- a) 应确保插头与插座接触良好, 确保充电设备工作正常, 确保电池组各连接点接触良好。如果出现异常, 需要修复后才能充放电;
- b) 根据电池或电池组实际使用状态估计电池充放电时间, 在充放电末期应注意观察电池压差及温升, 电池压差及温升应处于系统技术设定范围内。

5.3.3.4 应对电池管理系统(简称: BMS)显示器上的电压、温度、电流数据进行检查与校对, 确定与实际值是否一致, 确保 BMS 信息采集的准确性, 若不一致则要进行校对。其中, 采集的电压与实际情况误差不应超过 5 mV, 温度误差不应超过 $3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 电流误差不应超过 1 %。

5.3.4 能量管理系统(EMS)巡查项目及要求

5.3.4.1 EMS 对 AGC 指令的响应以及系统的能量分配和维护管理的功能是否正常。

5.3.4.2 EMS 实时运行信息采集功能应正常, 可正常为系统其他功能模块提供数据支撑。

5.3.4.3 EMS 监控系统正常运行, 能将出力指令实时下发; 监测显示界面清晰, 系统无卡顿现象。

6 故障处理

6.1 PCS 集装箱系统故障处理

6.1.1 当系统不能按照系统设定值输出或充、放电量超出设定值时，应检查包括但不限于：

- 储能直流汇流柜所有电池簇开关和汇流总开关状态；
- 系统有显示储能电池开路电压；
- 储能逆变器紧急停机旋钮应处于按下状态；
- 储能箱变和电网应正确连接，并且通电；
- 控制柜内的通讯应正常。

6.1.2 系统排查出故障原因后，维护人员应立即按照设备作业指导书进行处理修复，并做好相关记录，若维护人员无法第一时间修复，应对故障设备进行停机处理，做好记录，并通知设备厂家进行维修。

6.2 电池集装箱故障处理

6.2.1 当电池集装箱发生故障时，BMS 系统人机界面（HMI）应能自动诊断。

6.2.2 故障处理前应先检查系统状态指示灯，确保系统处于停机状态。

6.2.3 维护人员应按照系统 HMI 告警显示界面的提示内容进行故障排除，常见故障处理见表 2。

表 2 电池集装箱故障处理

序号	故障现象	故障原因	处理方法
1	气流丢失	室内送风部分故障	检查风机是否正常运行
		过滤网堵塞	对过滤网进行清洁 堵塞严重的过滤网进行更换
		供电反相	检查供电相序，确保相序正确
2	压缩机高压告警	风冷冷凝器被灰尘覆盖	每日巡检检查情况，及时进行清灰作业
		冷凝器电源断开	确保冷凝器电源合闸
		冷凝器水流量丢失或冷却水温异常	若发现冷凝水丢失需联系厂家进行补充
3	低湿告警	加湿器供水堵塞、水压过低、停水	及时补充加湿器水
		加湿器结垢较多	加湿器除垢处理
4	高温告警	房间热负荷较大或频繁开启集装箱门	不频繁开启集装箱门，确保环境温度不剧烈变动
		其他异常告警导致制冷停止	找到其他异常告警并处理
5	地板漏水报警	排水管堵塞，水从加湿器水盘溢出	及时清理排水管
		排水管破裂或泄露	更换排水管

7 事故预案

7.1 PCS 集装箱系统故障预案

7.1.1 按照设备保护参数整定表对 PCS 集装箱系统的故障现象进行判断，确定故障后，设备执行停机。

7.1.2 制定 PCS 集装箱系统的一般性故障预案，可参考表 3。

表 3 PCS 集装箱系统一般性故障预案

序号	故障现象	解决方法
1	高温降额和过温保护	检测设备的关键发热源，温度高于90℃启动高温降额功能，当温度持续升压并高于95℃时故障停机
2	绝缘保护	检测电池正对地和电池负对地电压，并进行计算，当计算值大于保护设定限制时，判定绝缘故障，触发设备保护并停机
3	驱动保护	检测6路IGBT驱动信号，当驱动信号有效并确认5us 触发设备保护并停机
4	防雷故障	检测到防雷器故障信号并确认10 ms 触发设备保护并停机
5	电抗器过温故障	检测到电抗器过温告警信号并确认10 ms触发设备保护并停机
6	交直流断路器反馈故障	检测交直流断路器反馈状态不符合预期状态并确认10 ms触发设备保护并停机
7	接触器反馈故障	检测接触器反馈状态不符合预期状态并确认10 ms触发设备保护并停机检测，采集数据并判断有效性，发生异常数据触发设备保护并停机

7.2 BMS 系统故障预案

现场维护应制定BMS系统故障预案表，BMS系统故障预案可按照表4进行。

表 4 BMS 故障预案表

序号	故障现象	解决方法
1	BAMS供电后无法正常工作	记录现象，断电重启，事后向相关研发人员反应
2	汇流柜触摸屏看不到数据	检查与BMS网线是否连通，电池堆IP地址是否设置错误
3	直流汇流柜断路器不能合闸	检查该簇电压是否与其他簇相差超过5 V
4	单簇总压较低，BMU掉线	(1) 检查BMU电源线是否没连接好，若有重新连接固定 (2) BMU模块损坏，更换BMU模块
5	单体电池采样电压异常	(1) 拆下电池模组检查采样保险是否烧断，若烧断即更换采样保险 (2) 电压采样线是否开路，如有需重新连接 (3) BMU模块损坏，更换BMU模块
6	触摸屏显示簇总压正常，但充放电无电流或电流偏小	(1) 检查该簇回路接触电阻，若电阻增大则对该簇进行停机检查 (2) 电池模组是否未推紧，重新紧固 (3) 中控柜断路器是否触点损坏，如有则更换断路器 (4) 电池模组内阻是否增大，如增大则更换电池模组 (5) 电池模组电压是否正常，如异常则更换电池模组
7	电池模组中电芯电压过低或过高	电池模组中电芯电压无故突变或掉零，拆下模组后找出问题电芯，实际测量一致后替换整包模组。

7.3 火灾事故预案

7.3.1 电站应合理配备消防装置，包括：

- 每个集装箱均应配备温感探测器、烟感探测器；
- 在储能集控集装箱布置消防主机和火灾报警控制器；
- 电池集装箱配备七氟丙烷灭火系统、手动报警按钮和声光报警器。

7.3.2 储能系统任何一个箱体内温感或烟感在接收到动作后，应发出“告警信号”，对于电池集装箱，温感、烟感同时动作，则发出“复合告警信号”，“复合告警信号”同时会触发气体灭火系统动作。报

警信号应同时送到储能集控集装箱，以及电厂消防报警系统。

7.3.3 一般当出现下列情形，就认定储能系统发生火灾：

- 储能集装箱声光报警器动作；
- 储能集控集装箱火灾报警控制面板发出火灾报警信号；
- 电厂集控消防报警系统发出储能系统火灾报警信号；
- 现场设备出现明火、冒烟。

7.3.4 储能系统发生火灾的应急处置应按附录 B 执行。

附录 A

(规范性)

PCS 集装箱系统绝缘电阻测试要求

PCS集装箱系统绝缘测试要求见表A.1

表 A.1 PCS 集装箱系统绝缘电阻测试表

序号	测试项目	要求
1	线圈绝缘电阻的测试	(1) 当PCS集装箱柜内温度$20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$，湿度小于等90 %RH时，用2500V兆欧表进行测试，测试结果要求： 高压对低压：$R_{\text{测}}\geq 300\text{ M}\Omega$ 高压对大地：$R_{\text{测}}\geq 300\text{ M}\Omega$ 低压对大地：$R_{\text{测}}\geq 100\text{ M}\Omega$ (2) 当环境比较潮湿，湿度$\geq 90\text{ rh}$，变压器的绝缘电阻值会有所下降。一般地，若每1000V额定电压，正常运行时其绝缘电阻值不小于$2\text{ M}\Omega$（在$25\text{ }^{\circ}\text{C}$时稳定1分钟后的读数）； (3) 在不满足上述条件或变压器遭受异常发生凝露现象的情况下，需进行干燥处理后，再进行测试。干燥处理方法应视现场条件而定，可用电炉、红外线灯或其他加热工具进行烘烤。加热体与线圈的距离以0.5 m为宜，让变压器周围的环境温度处于$60\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$，烧烤至柜内温度为$20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$，湿度小于等90 %RH。
2	铁芯绝缘电阻的测试	(1) 当PCS集装箱柜内温度$20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$，湿度小于等90 %RH时，用2500V兆欧表进行测试，测试结果要求： 铁芯对夹件：$R_{\text{测}}\geq 5\text{ M}\Omega$ 铁芯对大地：$R_{\text{测}}\geq 5\text{ M}\Omega$ 穿芯螺杆对铁芯：$R_{\text{测}}\geq 5\text{ M}\Omega$ 穿芯螺杆对大地：$R_{\text{测}}\geq 5\text{ M}\Omega$ (2) 当环境比较潮湿，湿度$\geq 90\text{ rh}$时，用2500V兆欧表进行测试，$R_{\text{测}}\geq 0.1\text{ M}\Omega$ (3) 若环境温湿度未达到上述要求，可按线圈绝缘电阻的测试要求（3）提及的方式进行干燥处理，使其达到要求后，再进行测试。

附 录 B
(规范性)
储能系统火灾应急处置方案

当储能系统发生火灾时，应依据表B. 1进行应急处置，确保人员、设备的安全得到及时的保障

表 A. 2 储能系统火灾应急处置方案

序号	事件	应急处置
1	出现“单一告警信号”报警	汇报值长并到现场确认火灾情况
2	出现“复合告警信号”报警， 或在现场发现明火或冒烟	立即断开设备本身和上级设备的输入输出电源，值班人员如在现场可以直接使用急停按钮断电，并向值长汇报。
3	PCS集装箱、高压环网集装箱、 储能集控集装箱设备起火	现场断电后，使用干粉灭火器或二氧化碳灭火器灭火；如果火情较大无法扑灭，可采用关闭集装箱柜门的方法，因集装箱内没有氧气补充，火灾最终将逐渐熄灭；在确认设备上级电源已全部断开，且不得已的情况下可采用消防水灭火
4	电池集装箱设备起火	发生火灾时，储能系统会启动联动报警系统。现场人员首先对系统进行断电处置，再针对不同火情采用不同的处置方式： (1) 如果是小范围火灾，火焰没有蔓延到储能电池部分，且气体灭火保护系统未动作，采用箱内预留的手提式灭火器迅速扑灭火灾 (2) 如果初步判定火灾无法迅速扑灭，或有蔓延趋势，则应将全部人员撤离到箱体外，关闭箱体柜门，手动启动气体灭火保护系统，向箱内释放七氟丙烷气体，此时箱体外的放气指示灯会点亮 (4) 如果火灾是由于电池短路故障引起，启动气体灭火保护系统后，短路热量仍会释放并在密闭空间聚集，甚至可能继续破坏电池的簇间绝缘造成故障蔓延。 这种情况下，需确保箱体密封，并通过箱内视频远程监控事故发展，直至电池短路能量释放完毕，确认电池已经完全冷却没有继续冒烟至少1小时后，才能打开柜门检查 (5) 如若救火过程中，人员出现头晕、头痛、呕吐等不适症状，应立即组织撤离至空气流通的区域，防止出现人员伤亡 (6) 发生火情后，值长应通知厂消防队到现场，必要时拨打消防报警电话求助，报警时应主动说明柜内装载物为含有能量的电池