

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2864—2024

电化学储能电站储能协调控制器
技术规范

Technical specification for energy storage coordinated controller of
electrochemical energy storage station

2024-12-25发布

2025-06-25实施

国家能源局 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	2
4 正常工作条件	2
5 外观和防护等级	2
6 技术要求	2
7 试验方法	6
8 检验规则	12
9 标志、包装、运输和贮存	13
附录 A（资料性）协调控制器典型信息点表	15
附录 B（资料性）协调控制器动态调压控制方法	17

前 言

本文件按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。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国电力储能标准化技术委员会（SAC/TC 550）归口。

本文件起草单位：许继电气股份有限公司、许昌许继软件技术有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、浙江万里扬能源科技股份有限公司、平高集团储能科技有限公司、中国电力科学研究院有限公司、西安热工研究院有限公司、云南电网有限责任公司、南方电网科学研究院有限责任公司、北京交通大学、北京鉴衡认证中心有限公司、河海大学、许昌开普检测研究院股份有限公司、国网河南省电力公司许昌供电公司、北京海博思创科技股份有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：王卫星、刘志文、张鹏、倪传坤、李文云、谢桦、滕贤亮、赵亚一、朱小帆、刘子文、蒋应伟、王坤、阮鹏、周保荣、翟苏巍、徐军、兀鹏越、史雷敏、张光青、张野、李献伟、张鹏远、惠杰、郭寅远、魏小峰、张金虎、兀双喜、李忠政、杨美娟、方聪、马骏超、苏丽宁。

本文件为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市西城区白广路二条1号，100761）。

电化学储能电站储能协调控制器技术规范

1 范围

本文件规定了电化学储能电站用储能协调控制器（简称“协调控制器”）的正常工作条件、外观和防护等级、数据采集、通信、控制、参数设置、报警、主备切换、对时、显示、数据记录与存储、绝缘性能、电磁兼容等要求，描述了相应的试验方法，规定了试验环境、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于电化学储能电站用储能协调控制器的设计、制造、试验、维护和检修。

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/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 辐射射频电磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰的抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB/T 17626.18 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
- GB/T 36547 电化学储能电站接入电网技术规定
- GB/T 40595 并网电源一次调频技术规定及试验导则
- DL/T 634.5104 远动设备及系统 第5-104部分：传输规约 采用标准传输协议集的IEC 60870-5-101网络访问
- DL/T 860（所有部分） 电力自动化通信网络和系统
- DL/T 2528 电力储能基本术语

3 术语和定义

GB/T 40595、DL/T 2528界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

储能协调控制器 energy storage coordinated controller

一种应用于电化学储能电站，实时监测电站并网点频率和电压，协调分配各储能变流器的功率，使储能电站具备一次调频、惯量响应、动态调压等控制功能的快速功率控制装置。

4 正常工作条件

4.1 环境条件

协调控制器在下列环境下应正常工作：

- a) 温度： $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： $\leq 95\%$ ，无凝露；
- c) 海拔不高于 2000 m。

4.2 电源

4.2.1 交流电源应满足下列要求：

- a) 单相交流电压允许偏差： $-20\%\sim+15\%$ ；
- b) 谐波含量小于 5%。

4.2.2 直流电源应满足下列要求：

- a) 直流电压允许偏差： $-20\%\sim+15\%$ ；
- b) 直流电压纹波系数小于 5%。

5 外观和防护等级

5.1 外观

协调控制器的外观应满足下列要求：

- a) 外观完整，无结构变形、剥落、锈蚀及裂痕等现象；
- b) 铭牌、标志、标记完整清晰；
- c) 文字和符号整齐、规范、正确。

5.2 防护等级

协调控制器外壳防护等级应不低于 GB/T 4208 规定的 IP20。

6 技术要求

6.1 数据采集

6.1.1 协调控制器应采集电化学储能电站并网点的电压、电流、频率、有功功率、无功功率等。

6.1.2 协调控制器采集储能电站并网点测量误差应满足下列要求：

- a) 电压、电流的采样频率不低于 1kHz；
- b) 电压、电流的幅值测量误差绝对值不大于 0.2%；
- c) 有功功率、无功功率的测量误差绝对值不大于 0.5%；
- d) 在 45 Hz~55 Hz 范围内, 频率测量误差绝对值不大于 0.003 Hz。

6.2 通信

6.2.1 协调控制器应具备与储能电站监控系统、储能变流器等设备通信的功能。

6.2.2 协调控制器与储能电站监控系统通信应采用以太网通信接口, 宜支持DL/T 860、DL/T 634.5104 通信协议, 典型通信点表见附录A表A.1。

6.2.3 协调控制器与储能变流器或相关通讯设备的通信宜采用以太网通信接口, 宜支持DL/T 860、DL/T 634.5104通信协议, 典型通信点表见附录A表A.2。

6.3 控制

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 协调控制器应具备一次调频控制和惯量响应控制功能, 宜具备动态调压控制功能。

6.3.1.2 协调控制器的一次调频控制、惯量响应控制和动态调压控制功能, 可根据系统需要通过本地或远方控制投入或退出。

6.3.1.3 协调控制器应具备储能电站内各储能变流器一次调频控制、惯量响应控制和动态调压控制功率目标指令协调分配功能, 目标指令协调分配方法宜按照可调容量成比例分配。

6.3.2 一次调频

6.3.2.1 协调控制器应在储能电站并网点频率偏移量超出一次调频死区范围时启动一次调频控制, 在并网点频率偏移量进入一次调频死区范围时退出一次调频控制, 并具备防抖动功能。

6.3.2.2 协调控制器宜采用有功-频率下垂曲线计算一次调频有功功率变化值, 计算方法应满足 GB/T 36547 中的相关规定。

6.3.2.3 协调控制器一次调频有功功率变化值应根据电网调度要求与 AGC 有功功率值进行叠加或闭锁, 叠加或闭锁逻辑宜满足下列控制要求：

a) 一次调频有功功率变化值与 AGC 有功功率变化方向相同时, 一次调频有功功率变化量与 AGC 有功功率值相叠加；

b) 一次调频有功功率变化值与 AGC 有功功率变化方向相反时, 当并网点频率低于一次调频死区下限时, 闭锁 AGC 减有功功率指令；

c) 一次调频有功功率变化值与 AGC 有功功率变化方向相反时, 当并网点频率高于一次调频死区上限时, 闭锁 AGC 增有功功率指令。

6.3.2.4 从并网点频率超出一次调频死区开始, 协调控制器发出有功功率控制值的时间应不超过 100ms。

6.3.3 惯量响应

6.3.3.1 协调控制器应在储能电站并网点频率同时满足三个启动条件时启动惯量响应控制, 启动条件包括：

- a) 频率偏移量超出惯量响应频率偏差死区范围；
- b) 频率变化率超出惯量响应频率变化率死区；

c) 频率变化方向和频率偏差方向一致。

6.3.3.2 协调控制器惯量响应控制有功功率变化值，计算方法应满足 GB/T 36547 中的相关规定。

6.3.3.3 惯量响应控制有功功率变化值应与 AGC 有功功率值相叠加。

6.3.4 动态调压

6.3.4.1 协调控制器具备动态调压功能时，应在储能电站并网点电压幅值偏移量超出动态调压死区范围时启动动态调压控制，在并网点电压幅值偏移量进入动态调压死区范围时退出动态调压控制，并具备防抖动功能。

6.3.4.2 协调控制器宜采用无功-电压下垂曲线计算动态调压无功功率变化值，计算方法见附录 B。

6.3.4.3 从并网点电压幅值超出动态调压死区开始，协调控制器发出无功功率控制值的时间应不超过 100ms。

6.4 参数设置

6.4.1 协调控制器应具备一次调频、惯量响应和动态调压控制的参数设置功能。

6.4.2 协调控制器应具备参数设置权限功能。

6.4.3 协调控制器应具备就地参数设置功能，并宜具备远程参数设置功能。

6.5 报警

6.5.1 协调控制器应在并网点频率或电压异常时进行报警。

6.5.2 协调控制器应在状态异常或故障时发出报警信息并上传储能电站监控系统。

6.6 主备切换

协调控制器宜具备主备切换功能，切换时间不超过 50ms。

6.7 对时

协调控制器宜具备 IRIG-B 方式对时功能，对时误差应不大于 1ms。

6.8 显示

协调控制器应具备对储能变流器及协调控制器自身的运行状态、运行参数，事件记录等基本信息显示功能，且数据显示刷新时间不大于 1 s。

6.9 数据记录与存储

6.9.1 协调控制器宜具备对一次调频、惯量响应、动态调压控制的动作次数记录功能。

6.9.2 协调控制器应具备对事件记录、操作记录、自检信息及故障信息存储功能，每种存储的条数应不少于 10000 条，且掉电数据不发生丢失。

6.10 绝缘性能

6.10.1 绝缘电阻

绝缘电阻指标应满足下列要求：

a) 在正常试验大气条件下绝缘电阻的要求见表 1；

b) 温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(93 \pm 3)\%$ 恒定湿热条件下绝缘电阻的要求见表 2。

表 1 绝缘电阻的要求

额定绝缘电压 U V	绝缘电阻要求 MΩ
$U \leq 60$	≥ 5 (用 250V 兆欧表)
$U > 60$	≥ 5 (用 500V 兆欧表)

注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $U > 60$ 的要求。

表 2 湿热条件下绝缘电阻的要求

额定绝缘电压 U V	绝缘电阻要求 MΩ
$U \leq 60$	≥ 1 (用 250V 兆欧表)
$U > 60$	≥ 1 (用 500V 兆欧表)

注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $U > 60$ 的要求。

6.10.2 介质强度

介质强度指标应满足下列要求：

- 在试验的标准大气条件下，协调控制器能承受频率为50Hz，历时1min的工频耐压试验而无击穿闪络及元器件损坏；
- 工频试验电压值按表3选择。也可采用直流试验电压，其值为规定的工频试验电压值的1.4倍；
- 试验过程中，任一被试回路施加电压时其余回路等电位互联接地。

表 3 工频试验电压值

额定绝缘电压 U V	试验电压有效值 V
$U \leq 60$	500
$60 < U \leq 125$	1000
$125 < U \leq 250$	1500
	2500

注：电压为 $125 < U \leq 250$ 时，户内场所介质强度选择 1500V，户外场所介质强度选择 2500V。

6.10.3 冲击电压

在试验的标准大气条件下，协调控制器的直流输入回路、交流输入回路、信号输出触点等回路对地，以及回路之间，应能承受1.2/50μs的标准雷电波的短时冲击电压试验。当额定绝缘电压大于60V时，开路试验电压为5kV；当额定绝缘电压不大于60V时，开路试验电压为1kV。试验后，协调控制器元件应无损坏现象，协调控制器各项功能和性能均应满足要求。

6.11 电磁兼容

协调控制器的电磁兼容性能应满足表4的要求。

表 4 电磁兼容性能要求

序号	检验项目	符合标准	试验级别
1	静电放电抗扰度试验	GB/T 17626.2	4级
2	辐射射频电磁场抗扰度试验	GB/T 17626.3	3级
3	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GB/T 17626.4	4级

4	浪涌抗扰度试验	GB/T 17626.5	3级
5	射频场感应的传导骚扰的抗扰度试验	GB/T 17626.6	3级
6	工频磁场抗扰度试验	GB/T 17626.8	5级
7	脉冲磁场抗扰度试验	GB/T 17626.9	5级
8	阻尼振荡磁场抗扰度试验	GB/T 17626.10	5级
9	辅助电源端口电压暂降、短时中断、电压变化抗扰度试验	GB/T 17626.11	3类
10	阻尼振荡波抗扰度试验	GB/T 17626.18	3级

7 试验方法

7.1 环境条件

试验环境条件应满足下列要求：

- a) 环境温度：15℃～25℃；
- b) 环境相对湿度：45%～75%。

7.2 试验仪器设备

7.2.1 一般要求

协调控制器试验用仪器设备包含储能监控系统模拟装置、数据采集装置、信号发生装置和变流器模拟装置等，试验仪器应按国家有关计量检定规程或有关标准经检定或计量合格，并在有效期内。

7.2.2 数据采集装置

数据采集装置应满足下列要求：

- a) 采样频率不小于10kHz；
- b) 模拟量输入通道采集精度不大于0.1%；
- c) 频率测量精度不大于0.001Hz。

7.2.3 信号发生装置

信号发生装置应满足下列要求：

- a) 具备模拟储能电站并网点电压、电流、频率等信息功能；
- b) 各相电压幅值和频率可独立调节及编程控制；
- c) 幅值调节范围包含 0~130%额定电压，误差不大于 0.1%额定电压，可调节步长不大于额定电压的 0.01%；
- d) 频率调节范围包含 40Hz~65Hz，误差不大于 0.001Hz，可调节步长不大于 0.001Hz。

7.2.4 储能监控系统模拟装置

储能监控系统模拟装置应满足下列要求：

- a) 具备模拟储能监控系统的数据接收和指令下发等功能；
- b) 具备以太网通信接口及通信功能；
- c) 支持DL/T 860、DL/T 634.5104等对应通信协议，下发控制信号，采集并显示通信数据。

7.2.5 储能变流器模拟装置

储能变流器模拟装置应满足下列要求：

- a) 具备模拟储能变流器的数据上送和指令接收等功能；
- b) 具备以太网通信接口及通信功能；

c) 支持DL/T 860、DL/T 634.5104等对应通讯协议，上送控制信号，接收控制指令，并显示通信数据。

7.2.6 试验接线

将协调控制器与储能监控系统模拟装置连接，接收储能监控系统的AGC/AVC指令并上送协调控制器运行状态信息；与储能变流器模拟装置连接，接收储能变流器运行状态信息并下发功率控制目标指令；与信号发生装置连接，接收信号发生装置模拟的并网点信息；数据采集装置和信号发生装置相连接，采集信号发生装置的测试模拟信息，接线方式见图1。

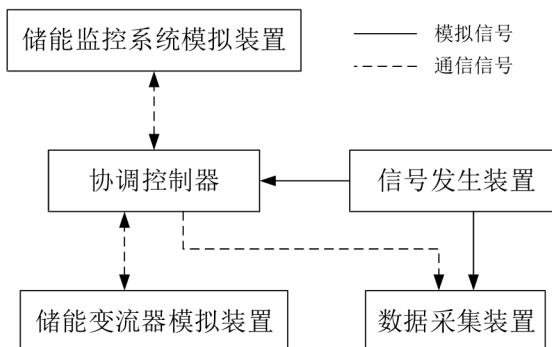


图 1 协调控制器试验连接示意图

7.3 外观检查及防护等级试验

7.3.1 外观检查

协调控制器的外观检查包括以下内容：

- a) 外观的变形、剥落、锈蚀及裂痕现象；
- b) 铭牌、标志和标记的完整性和清晰度；
- c) 文字和符号的整齐性、规范性和正确性。

7.3.2 防护等级试验

防护等级试验按照 GB/T 4208 规定的方法进行。

7.4 数据采集试验

并网点数据采集试验按下列步骤进行：

- a) 设置信号发生装置并网点的电压、电流、频率；
- b) 记录相关数据在协调控制器的显示值；
- c) 计算并记录数据采集的误差；
- d) 按照a)～c)步骤依次对6.1.1中并网点采集的所有数据进行试验。

7.5 通信试验

7.5.1 与储能电站监控系统通信试验

与储能电站监控系统通信试验按下列步骤进行：

- a) 将协调控制器与储能监控系统模拟装置相连接，记录所采用的通信接口和通信协议；
- b) 按照储能监控系统模拟装置下行信息点表，通过储能监控系统模拟装置向协调控制器下发控制调节指令；
- c) 记录协调控制器接收的指令，并检查一致性；
- d) 按照协调控制器上行信息点表，通过协调控制器向储能监控系统模拟装置发送上行信息；
- e) 记录储能监控系统模拟装置接收的信息，并检查一致性。

7.5.2 与储能变流器通信试验

与储能变流器通信试验按下列步骤进行：

- a) 将协调控制器与储能变流器模拟装置相连接，记录所采用的通信接口和通信协议；
- b) 按照协调控制器下行信息点表，通过协调控制器向储能变流器模拟装置下发控制调节指令；
- c) 记录储能变流器模拟装置接收的指令，并检查一致性；
- d) 按照储能变流器上行信息点表，通过储能变流器模拟装置向协调控制器发送上行信息；
- e) 记录协调控制器接收的信息，并检查一致性；
- f) 手动断开储能变流器模拟装置与协调控制器之间的通信连接，模拟通信中断故障；
- g) 检查协调控制器记录的通信故障报警信息；
- h) 手动恢复储能变流器模拟装置与协调控制器之间的通信连接，模拟通信中断故障恢复；
- i) 检查协调控制器记录的通信故障报警恢复信息。

7.6 控制试验

7.6.1 一次调频试验

7.6.1.1 一次调频上扰试验

一次调频上扰试验按下列步骤进行：

- a) 按图 1 连接试验电路，设置储能变流器模拟装置模拟储能变流器运行信息；
- b) 退出协调控制器的惯量响应功能，投入一次调频功能；
- c) 设置协调控制器的“一次调频死区”为 0.03 Hz、“一次调频限幅”为 20%额定功率、“一次调频调差率”为 2%；
- d) 调节储能变流器模拟装置使其处于放电状态；
- e) 设置储能变流器模拟装置有功功率为 50%额定功率；
- f) 调节信号发生装置的频率，从 50 Hz 分别阶跃至 50.02 Hz、50.1 Hz、50.2 Hz、50.3 Hz，每个频率控制点持续运行 15s 后恢复至 50Hz，利用数据采集装置记录频率上扰过程中的频率阶跃时刻及频率值、协调控制器输出时刻及输出有功功率指令值；
- g) 通过频率阶跃和协调控制器输出指令时刻的差值计算出频率上扰过程中协调控制器的控制延迟时间；
- h) 调节储能变流器模拟装置使其处于充电状态；
- i) 重复步骤 e) ~g)。

7.6.1.2 一次调频下扰试验

一次调频下扰试验按下列步骤进行：

- a) 按图 1 连接试验电路，设置储能变流器模拟装置模拟储能变流器运行信息；
- b) 退出协调控制器的惯量响应功能，投入一次调频功能；
- c) 设置协调控制器的“一次调频死区”为 0.03 Hz、“一次调频限幅”为 20%额定功率、“一次调频调差率”为 2%；
- d) 调节储能变流器模拟装置使其处于放电状态；
- e) 设置储能变流器模拟装置有功功率为 50%额定功率；
- f) 调节信号发生装置的频率，从 50 Hz 分别阶跃至 49.98 Hz、49.9 Hz、49.8 Hz、49.7 Hz，每个频率控制点持续运行 15 s 后恢复至 50 Hz，利用数据采集装置记录频率下扰过程中的频率阶跃时刻及频率值、协调控制器输出时刻及输出有功功率指令值；

- g) 通过频率阶跃和协调控制器输出指令时刻的差值计算出频率下扰过程中协调控制器的控制延迟时间；
- h) 调节储能变流器模拟装置使其处于充电状态；
- i) 重复步骤 e) ~g)。

7.6.1.3 一次调频与 AGC 协调试验

一次调频与AGC协调试验按下列步骤进行：

- a) 按图 1 连接试验电路，设置储能变流器模拟装置模拟储能变流器运行信息；
- b) 退出协调控制器的惯量响应功能，投入一次调频功能；
- c) 设置协调控制器的“一次调频死区”为 0.03 Hz、“一次调频限幅”为 20%额定功率、“一次调频调差率”为 2%；
- d) 设置储能监控系统模拟装置下发的 AGC 指令初始值为 50%额定功率放电；
- e) 设置储能变流器模拟装置使其处于 50%额定功率放电状态；
- f) 调节信号发生装置的频率，从 50 Hz 阶跃至 50.1 Hz；
- g) 调节储能监控系统模拟装置下发的 AGC 指令值，从 50%额定功率分别变化至 60%额定功率、40%额定功率，每个 AGC 指令值持续运行 15 s 后恢复至 50%额定功率，分别记录协调控制器的输出有功功率指令值，根据 6.3.2 的要求校验一次调频和 AGC 的叠加/闭锁逻辑；
- h) 调节信号发生装置的频率，从 50Hz 阶跃至 49.9 Hz，重复步骤 g)；
- i) 设置储能监控系统模拟装置下发的 AGC 指令值为 50%额定功率充电，设置储能变流器模拟装置有功功率使其处于 50%额定功率充电状态，重复步骤 f) ~h)。

7.6.2 惯量响应试验

惯量响应试验按下列步骤进行：

- a) 按图 1 连接试验电路，设置储能变流器模拟装置模拟储能变流器运行信息；
- b) 设置协调控制器的惯性时间常数在 4s~12s 范围内，惯量响应频率偏差死区在 $\pm(0.03 \text{ Hz} \sim 0.05 \text{ Hz})$ 范围内，惯量响应频率变化率死区为 0.01 Hz/s；
- c) 退出协调控制器的一次调频控制功能；
- d) 投入协调控制器的惯量响应控制功能；
- e) 调节储能变流器模拟装置使其处于放电状态；
- f) 设置储能变流器模拟装置有功功率在 10%额定功率~30%额定功率范围内运行；
- g) 按照图 2 的曲线调节信号发生装置输出频率，在 $t_0 \sim t_1$ 、 $t_2 \sim t_3$ 、 $t_4 \sim t_5$ 、 $t_6 \sim t_7$ 内频率变化率保持为 0.5Hz/s， $t_4 - t_3 \geq 2\text{min}$ 、 $t_2 - t_1 = 1\text{min}$ 、 $t_6 - t_5 = 1\text{min}$ ；
- h) 利用数据采集装置记录信号发生装置测试点的电压、电流、频率以及协调控制器输出有功功率目标值；
- i) 设置协调控制器有功功率在 70%额定功率~100%额定功率范围内运行，重复步骤 g) ~h)；
- j) 调节储能变流器模拟装置使其处于充电状态，重复步骤 f) ~i)。

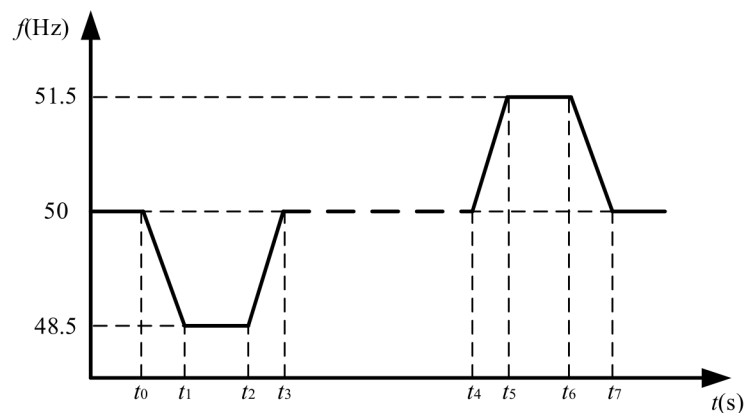


图 2 频率设定曲线

7.6.3 动态调压试验

动态调压试验按下列步骤进行：

- a) 按图 1 连接试验电路，设置储能变流器模拟装置模拟储能变流器的运行信息。
- b) 设置协调控制器的“动态调压死区”为 5%额定电压、“动态调压限幅”为 20%额定功率，“动态调压系数”为 4 倍的（实在功率/额定电压）；
- c) 投入动态调压控制功能；
- d) 调节储能变流器模拟装置，输出容性无功为 50%额定功率；
- e) 按照表 5 的要求，调节信号发生装置的电压幅值从额定电压阶跃至各测点电压，在各测点电压持续运行对应的时间后恢复至额定电压；
- f) 利用数据采集装置记录电压阶跃时刻、协调控制器输出控制指令的时刻及输出的无功功率值；
- g) 通过电压阶跃和协调控制器输出指令时刻的差值计算出协调控制器的控制延迟时间，并根据附录 B 校验动态调压指令的正确性。
- h) 调节储能变流器模拟装置使其输出感性无功为 50%额定功率，重复步骤 e) ~g)。

表 5 动态调压测试点

序号	测点电压幅值 %Un	持续时间 s
1	85	20
2	90	20
3	94	20
4	98	20
5	102	20
6	106	20
7	110	20
8	115	20

7.7 报警试验

报警试验按下列步骤进行：

- a) 按图 1 连接试验电路；
- b) 设置信号发生装置输出的电压和频率为额定值，查看协调控制器是否有电压异常或频率异常报警；
- c) 分别设置信号发生装置输出的电压为协调控制器电压异常报警的上限值和下限值，记录协调控制器显示的报警信息；
- d) 设置信号发生装置电压为额定值，分别设置信号发生装置输出的频率为协调控制器频率异常报警的上限值和下限值，记录协调控制器显示的报警信息；
- e) 清除协调控制器故障并复位。

7.8 主备切换试验

主备切换试验按下列步骤进行：

- a) 将两台协调控制器和数据采集装置连接；
- b) 记录当前两台协调控制器的主机、备机状态，将主机切换为备机，通过数据采集装置记录将主机切换为备机时刻 t_0 、备机切换为主机时刻 t_1 ；
- c) 将主机电源断开，通过数据采集装置记录主机电源断开时刻 t_2 、备机切换为主机的时刻 t_3 ；
- d) 计算并记录 t_0 和 t_1 、 t_2 和 t_3 的时间间隔，；
- e) 清除协调控制器故障并复位。

7.9 数据记录与存储试验

数据记录与存储试验按下列步骤进行：

- a) 分别模拟协调控制器一次调频、惯量响应、动态调压动作情况；
- b) 检查协调控制器记录的一次调频、惯量响应、动态调压动作次数与模拟动作次数的一致性；
- c) 分别以置数的方式模拟协调控制器事件记录、操作记录、自检信息及故障信息情况；
- d) 以按键查询的方式检查协调控制器存储的事件记录、操作记录、自检信息、故障信息与置数模拟的事件记录、操作记录、自检信息、故障信息的一致性；

将协调控制器断电重启，重新检查协调控制器存储的事件记录、操作记录、自检信息及故障信息数据与重启前数据保持一致。

7.10 绝缘性能试验

7.10.1 绝缘电阻试验

按6.10.1规定用相应电压的兆欧表测量协调控制器绝缘电阻，测量时间不小于5 s。

7.10.2 介质强度试验

按6.10.2的规定用击穿电压测试仪进行绝缘强度试验。试验电压从零起始，在5 s内逐渐升到规定值并保持1min，随后迅速平滑地降到零值，测试完毕断电后用接地线对被测协调控制器进行安全放电。

7.10.3 冲击电压试验

按6.10.3的要求，施加1.2/50 us的标准雷电波的短时冲击电压，开路试验电压为5 kV（或1kV），协调控制器应无绝缘和器件损坏。

7.11 环境适应性试验

7.11.1 低温运行试验

按照GB/T 2423.1中规定的方法进行协调控制器低温运行试验。

7.11.2 高温运行试验

按照GB/T 2423.2中规定的方法进行协调控制器高温运行试验。

7.11.3 恒定湿热试验

按照GB/T 2423.3中规定的方法进行协调控制器恒定湿热试验。

7.12 电磁兼容试验

7.12.1 静电放电抗扰度

按照GB/T 17626.2中规定的方法进行协调控制器静电放电抗扰度试验。

7.12.2 辐射射频电磁场抗扰度

按照GB/T 17626.3中规定的方法进行协调控制器辐射射频电磁场抗扰度试验。

7.12.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按照GB/T 17626.4中规定的方法进行协调控制器电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

7.12.4 浪涌抗扰度

按照GB/T 17626.5中规定的方法进行协调控制器浪涌抗扰度试验。

7.12.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

按照GB/T 17626.6中规定的方法进行协调控制器射频场感应的传导骚扰抗扰度试验。

7.12.6 工频磁场抗扰度

按照GB/T 17626.8中规定的方法进行协调控制器工频磁场抗扰度试验。

7.12.7 脉冲磁场抗扰度

按照GB/T 17626.9中规定的方法进行协调控制器脉冲磁场抗扰度试验。

7.12.8 阻尼振荡磁场抗扰度

按照GB/T 17626.10中规定的方法进行协调控制器进行阻尼振荡磁场抗扰度试验。

7.12.9 辅助电源端口电压暂降、短时中断、电压变化抗扰度

按照GB/T 17626.11中规定的方法进行协调控制器辅助电源端口电压暂降、短时中断、电压变化抗扰度试验。

7.12.10 阻尼振荡波抗扰度

按照GB/T 17626.18中规定的方法进行协调控制器阻尼振荡波抗扰度试验。

8 检验规则

8.1 检验类型

协调控制器的检验类型分为出厂检验和型式检验两类。

8.2 出厂试验

协调控制器应逐台进行出厂检验。出厂检验时，只要有一项不符合规定要求，应返工复试，复试一次仍不合格，则为检验不合格。检验合格后出具出厂检验合格证明。

8.3 型式检验

8.3.1 型式试验要求

有下列情况之一，协调控制器应进行型式检验：

- a) 新产品鉴定或老产品转厂生产时；
- b) 大批量生产的协调控制器（每年 100 台以上）每四年一次，小批量生产的每五年一次；
- c) 正式生产后，在设计、工艺材料、元件有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 合同规定有型式检验要求时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

8.3.2 型式检验抽样与复验

8.3.2.1 出厂检验合格的产品中任意抽取 1 台~2 台进行型式试验。

8.3.2.2 型式试验各项目全部符合技术要求为合格。发现有不符合技术要求的项目应分析原因，处理缺陷。对产品进行整顿后，再按照全部型式试验项目检验。

8.4 试验项目

试验项目见表 6。

表 6 出厂检验和型式试验的项目

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	技术要求条款	试验方法
1	外观检查	√	√	5.1	7.3.1
2	数据采集	√	√	6.1	7.4
3	通信	√	√	6.2	7.5
4	控制	√	√	6.3	7.6
5	报警	√		6.5	7.7
6	主备切换	√	√	6.6	7.8
7	数据记录与存储	√		6.9	7.9
8	绝缘性能	√	√	6.10	7.10
9	环境适应性	√		4.1	7.11
10	电磁兼容	√		6.11	7.12

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 铭牌

每台协调控制器应在机箱的显著位置设置持久明晰的铭牌或标志，内容如下：

- a) 产品型号、名称；

- b) 制造商的名称及商标;
- c) 主要参数;
- d) 对外端子及接地标识;
- e) 出厂日期及编号。

9.1.2 包装箱标记

协调控制器的外包装上应有包装储运标志和警示标志，按 GB/T 191 的有关规定执行。

9.2 包装

9.2.1 产品包装前的检查

产品包装前应检查的内容包括:

- a) 产品合格证书和装箱清单中各项内容齐全;
- b) 产品外观无损伤;
- c) 产品表面无灰尘。

9.2.2 包装的一般要求

协调控制器应有内包装和外包装，插件插箱的可动部分应锁紧扎牢，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防震等措施。

9.3 运输

协调控制器运输过程中不应有剧烈的震动、冲击和倒置，应适于陆运、空运、水运（海运），运输装卸按包装箱的标志进行操作。

9.4 贮存

产品贮存时应满足以下要求:

- a) 贮存温度： $-40^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$;
- b) 贮存相对湿度：不大于 95%;
- c) 贮存环境应避雨、防晒，避免出现凝露和霜冻，避免强烈的机械振动、冲击，避免接触腐蚀性介质及强电磁场。

附录 A

(资料性)

协调控制器典型信息点表

A.1 协调控制器与储能监控系统典型信息点表

协调控制器与储能监控系统的典型通信点表如表 A.1 所示。

表 A.1 协调控制器与储能监控系统典型信息点表

序号	对象	类型	内容	
1	储能监控系统	遥信	一次调频控制动作	
2			惯量响应控制动作	
3			动态调压控制动作	
4			PT 断线	
5			CT 断线	
6			主/备机状态	
7		遥测	Uab 线电压	
8			Ubc 线电压	
9			Uca 线电压	
10			A 相电流	
11			B 相电流	
12			C 相电流	
13			并网点有功功率	
14			并网点无功功率	
15			并网点频率	
16			最大可充电功率	
17			最大可放电功率	
18			最大可调无功功率	
19			总有功功率目标值反馈	
20			总无功功率目标值反馈	
21			遥调	AGC 指令
22				AVC 指令

A.2 协调控制器与储能变流器典型信息点表

协调控制器与储能变流器的典型通信点表如表 A.2 所示。

表 A.2 协调控制器与储能变流器典型信息点表

序号	对象	类型	信息名称
1	储能变流器	遥测	有功功率
2			无功功率
3			最大充电有功功率
4			最大放电有功功率
5			工作状态（停机、待机、充电、放电、故障、零功率运行等）
6			有功功率目标指令反馈
7			无功功率目标指令反馈
8		遥调	有功功率目标指令
9			无功功率目标指令

附录 B

(资料性)

协调控制器动态调压控制方法

B.1 协调控制器的动态调压控制满足公式 (B.1) 无功-电压下垂曲线控制模式:

$$Q = Q_0 + k_q \Delta U \cdots \cdots \cdots (B.1)$$

式中:

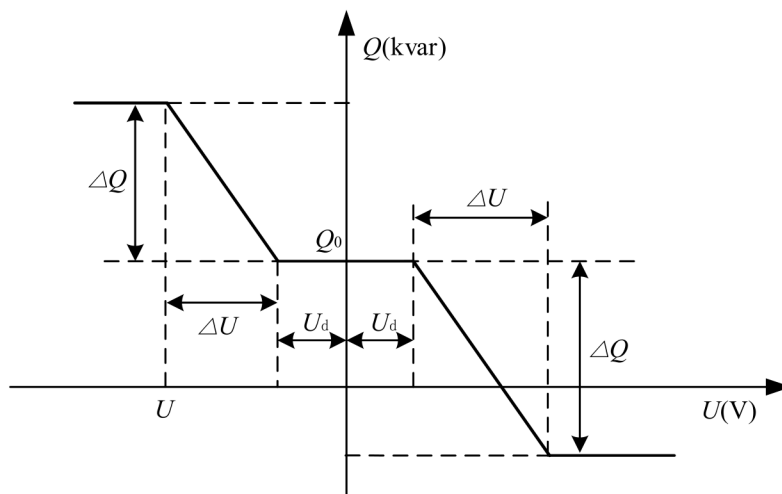
Q ——电化学储能电站动态调压输出无功功率, 单位为kvar;

Q_0 ——电化学储能电站无功功率初值, 单位为kvar;

k_q ——动态调压系数;

ΔU ——电化学储能电站电压偏出动态调压死区的变化量, 单位为V。

B.2 电化学储能电站协调控制器的动态调压曲线如图B.2所示。



注: U_d 为动态调压死区范围, $\Delta Q = k_q \Delta U$ 是动态调压的无功功率变化量值。

图 B.2 电化学储能电站协调控制器动态调压曲线