

## 新疆维吾尔自治区地方标准

DB 65/T 4656—2023

### 新能源快速频率响应功能入网试验规程

Procedures of fast frequency response function network entry test for new energy

2023 - XX - XX 发布

2023 - XX - XX 实施



## 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 技术要求 .....	3
5 试验条件 .....	4
6 试验方法 .....	4
7 记录及报告 .....	5
8 复核试验 .....	5
附录 A（规范性） 新能源快速频率响应技术指标 .....	6



## 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。

本文件由国家电网有限公司西北分部提出。

本文件由国网新疆电力有限公司归口并组织实施。

本文件起草单位：国家电网有限公司西北分部、国网新疆电力有限公司、国网新疆电力有限公司电力科学研究院、华北电力大学、中国计量大学、新疆金风科技股份有限公司、华电新疆发电有限公司、国电联合动力技术有限公司、北京鸿普惠信息技术有限公司、新疆天瑞杰铭信息技术有限公司、国华能源投资有限公司新疆分公司、鲁能新能源（集团）有限公司新疆分公司。

本文件主要起草人：褚云龙、李渝、孙谊嫔、王开科、宋明曙、王智伟、刘鑫、韩宏志、蔡鹏程、朱清、王文倬、徐海超、郭相阳、李永基、徐强、郜宁、孔德安、郭珂、王玮、胡阳、张朋越、王晓宇、康永昊、赵建平、关守信、黄远彦、赵冰、张毅、颜国安、高飞、张瀛、王金虎、丁亮、吴波、刘葵、王磊、窦春斐、刘江山、郑鑫、梁家豪、李伟、苑龙祥。

本文件实施应用中的疑问，请咨询国家电网有限公司西北分部、国网新疆电力有限公司。

对本文件的修改意见建议，请反馈至国家电网有限公司西北分部（西安市环城东路中段50号）、国网新疆电力有限公司（乌鲁木齐市南湖东路68号）、新疆维吾尔自治区市场监督管理局（乌鲁木齐市新华南路167号）。

国家电网有限公司西北分部 联系电话：029-87506782；传真：029-87506644；邮编：710048

国网新疆电力有限公司 联系电话：0991-2926664；传真：0991-2926664；邮编：830002

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 联系电话：0991-2818750；传真：0991-2311250；邮编：830004



# 新能源快速频率响应功能并网试验规程

## 1 范围

本文件规定了新能源场站快速频率响应功能并网试验的术语和定义、技术要求、试验条件、试验方法、记录及报告、复核试验的要求。

本文件适用于新疆维吾尔自治区境内接入35 kV及以上电压等级的风电场、光伏电站，35 kV以下新能源场站可参照使用。

## 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 19963.1—2021 风电场接入电力系统技术规定 第1部分：陆上风电

GB/T 19964—2012 光伏电站接入电力系统技术规定

DL/T 1870—2018 电力系统网源协调技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**风电场** wind farm

由一批风电机组或是风电机组群（包括机组单元变压器）、汇集线路、主升压变压器及其他设备组成的发电站。

[来源：GB/T 19963.1—2021, 3.1]

### 3.2

**光伏电站** photovoltaic power station

利用光伏电池的光生伏特效应，将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统，一般包含变压器、逆变器和光伏方阵，以及相关辅助设施等。

[来源：GB/T 19964—2012, 3.1]

### 3.3

**快速频率响应** fast frequency response

新能源场站利用相应的有功控制系统，完成场站有功功率和并网点电网频率的下垂特性控制，使其在并网点具备参与电网频率快速调整能力。

### 3.4

**快速频率响应控制系统** fast frequency response control system

新能源场站实现快速频率响应功能的有功功率控制系统，包括但不限于：场站AGC、快速频率响应控制装置、能量管理平台等。

3.5

**快速频率响应死区** dead band of fast frequency response

快速频率响应控制系统在额定频率附近对频率差的不灵敏区。

3.6

**快速频率响应滞后时间** delay time of fast frequency response

自频率超过快速频率响应死区开始到新能源场站有功功率向正确的调频方向开始变化所需的时间。

3.7

**快速频率响应响应时间** response time of fast frequency response

自频率超出快速频率响应死区开始，至有功功率调节量达到调频目标值与初始功率之差的90%所需最短时间。

3.8

**快速频率响应稳定时间** stabilization time of fast frequency response

自频率超出快速频率响应死区开始，至有功功率达到稳定范围（风电场功率波动不超过额定有功功率的±2%，光伏电站功率波动不超过额定有功功率的±1%）的最短时间。

3.9

**快速频率响应调差率** compensative ratio of fast frequency response

电网频率相对变化量与新能源场站有功功率相对变化量的比值的负数。

3.10

**出力响应合格率** qualified rate of output response

在频率变化超过快速频率响应死区下限（或上限）开始至快速频率响应应动作时间内（如果时间超过60 s，则按60 s计算），新能源场站实际最大出力调整量占理论最大出力调整量的百分比。

3.11

**积分电量合格率** qualified rate of integrated electric quantity

在频率变化超过快速频率响应死区下限（或上限）开始至快速频率响应动作时间内（如果时间超过60 s，则按60 s计算），新能源场站快速频率响应实际贡献电量占理论贡献电量的百分比。

3.12

**快速频率响应合格率** qualified rate of fast frequency response

等于快速频率响应出力响应合格率和快速频率响应积分电量合格率的代数平均值。

3.13

**自动发电控制** automatic generation control (AGC)

通过自动控制程序，实现对控制区内风电场和光伏电站有功功率出力的自动重新调节分配，来维持系统频率、联络线交换功率在计划目标范围内的控制过程。

[来源：DL/T 1870—2018, 3.4]

3.14

**额定有功功率** rated active power

制造厂给定的新能源场站输出功率，场站发电单元在规定的终端参数，且不超过规定的寿命条件下无限期地运行。

3.15

**并网点** point of interconnection

对于有升压站的新能源场站，指升压站高压侧母线或节点；对于无升压站的新能源场站，指新能源场站的输出汇总点。

3.16

**限功率** limit power



场站实际有功功率小于当前风（光）条件下可发有功功率。

### 3.17

不限功率 unlimit power

场站实际有功功率等于当前风（光）条件下可发有功功率。

## 4 技术要求

### 4.1 快速频率响应死区

风电场参与快速频率响应死区范围为 $(50 \pm 0.1)$  Hz，光伏电站参与快速频率响应死区范围为 $(50 \pm 0.06)$  Hz。

### 4.2 快速频率响应限幅

风电场和光伏电站功率变化幅度限制不应小于 $\pm 10\%$ 额定有功功率。

### 4.3 快速频率响应调差率

风电场调差率应为 $2\%$ ，光伏电站调差率应为 $3\%$ ，该技术指标不计算调频死区影响部分。

### 4.4 快速频率响应动态性能

4.4.1 动态性能测试包括频率阶跃扰动试验、模拟实际频率扰动试验、防扰动性能校验、AGC 协调试验。

4.4.2 风电场频率阶跃扰动试验中，快速频率响应动态性能应满足下列规定：

- a) 滞后时间不应大于 2 s；
- b) 响应时间不应大于 12 s；
- c) 稳定时间不应大于 15 s；
- d) 达到稳定时的有功功率调节偏差不超过 $\pm 2\%$ 额定有功功率。

4.4.3 光伏电站频率阶跃扰动试验中，快速频率响应动态性能应满足下列规定：

- a) 滞后时间不应大于 2 s；
- b) 响应时间不应大于 5 s；
- c) 稳定时间不应大于 15 s；
- d) 达到稳定时的有功功率调节偏差不超过 $\pm 1\%$ 额定有功功率。

4.4.4 模拟实际频率扰动试验中，快速频率响应合格率不应小于 60%。

4.4.5 防扰动性能校验中，快速频率响应控制系统应具备防电网的高低电压穿越等暂态过程。

4.4.6 AGC 协调试验中，新能源场站有功功率的控制目标应为 AGC 有功功率指令值与快速频率响应调节量的代数和；快速频率响应与调度 AGC 有功功率指令方向相反时，当电网频率低于额定频率 0.1 Hz 时应闭锁 AGC 减负荷指令；当电网频率高于额定频率 0.1 Hz 时应闭锁 AGC 加负荷指令。

### 4.5 快速频率响应控制装置

频率采集模块的技术要求如下：

- a) 精度及测量分辨率不应大于 0.003 Hz；
- b) 扫描周期不应大于 100 ms。

### 4.6 快速频率响应运行要求

风电场、光伏电站应具备快速频率响应功能，并网运行时快速频率响应功能应正常投入，技术指标应符合附录A中的相关要求。

## 5 试验条件

- 5.1 快速频率响应控制系统死区、限幅、调差率应符合 4.1、4.2、4.3 的要求。
- 5.2 风电场内的风电机组、光伏电站内的光伏发电单元应处于正常运行状态，处于故障停机的风电机组、光伏发电单元容量比例不应超过 5%额定有功功率。
- 5.3 快速频率响应控制系统运行正常。
- 5.4 新能源场站退出 AGC 远程控制方式，所限功率不应小于 15%额定有功功率，且风（光）功率持续性较好，符合试验工况。
- 5.5 快速频率响应试验所使用的仪器应符合以下要求：
  - a) 数据记录分析仪的采样频率不应低于 20 kHz，带宽不应小于 2.5 kHz；
  - b) 频率信号发生器为三相四线式电压信号输出；电压输出范围宽于 0 V~130 V，输出电压误差不超过  $\pm 0.1\%$ ；频率输出范围宽于 1 Hz~100 Hz，频率误差不高于 0.002 Hz；相位输出范围为  $0^\circ\sim 360^\circ$ ，相位输出误差不超过  $\pm 0.1^\circ$ ；信号发生周期不超过 100 ms，能够进行电压和频率曲线编辑。
- 5.6 试验工况符合以下要求：
  - a) 试验工况 1：选择 20%~30%额定有功功率之间，限功率；
  - b) 试验工况 2：选择 20%~30%额定有功功率之间，不限功率；
  - c) 试验工况 3：选择 50%~90%额定有功功率之间，限功率；
  - d) 试验工况 4：选择 50%~90%额定有功功率之间，不限功率。

## 6 试验方法

### 6.1 快速频率响应死区、限幅、调差率核查

在快速频率响应控制系统中检查死区、限幅、调差率设置。

### 6.2 频率阶跃扰动试验

- 6.2.1 通过频率阶跃扰动试验得到快速频率响应滞后时间、响应时间、稳定时间。
- 6.2.2 风电场频率阶跃扰动试验，试验工况及频率扰动量应满足下列规定：
  - a) 风电场试验工况 1 和试验工况 3 进行  $(50\pm 0.20)$  Hz 阶跃扰动试验，频差应持续保持时间不少于 20 s，每个试验过程不少于 2 次。
  - b) 风电场试验工况 2 和试验工况 4 进行 50.20 Hz 阶跃扰动试验，频差应持续保持时间不少于 20 s，每个试验过程不少于 2 次。（若安装了电化学储能或其他备用发电单元，应进行 49.8 Hz 阶跃扰动试验。）
- 6.2.3 光伏电站频率阶跃扰动试验，试验工况及频率扰动量应满足下列规定：
  - a) 光伏电站试验工况 1 和试验工况 3 进行  $(50\pm 0.21)$  Hz 阶跃扰动试验，频差应持续保持时间不少于 20 s，每个试验过程不少于 2 次。
  - b) 光伏电站试验工况 2 和试验工况 4 进行 50.21 Hz 阶跃扰动试验，频差应持续保持时间不少于 20 s，每个试验过程不少于 2 次。（若安装了电化学储能或其他备用发电单元，应进行 49.79 Hz 阶跃扰动试验。）

### 6.3 模拟实际频率扰动试验

- 6.3.1 通过模拟实际频率扰动试验得到快速频率响应合格率。
- 6.3.2 风电场试验工况 1 和试验工况 3 进行模拟实际频率扰动试验，每个试验过程不少于 2 次。
- 6.3.3 光伏电站试验工况 1 和试验工况 3 进行模拟实际频率扰动试验，每个试验过程不少于 2 次。

### 6.4 防扰动性能校验

- 6.4.1 通过防扰动性能校验验证快速频率响应控制系统防电网高低电压穿越等暂态过程。
- 6.4.2 新能源场站在工况 1 进行防扰动性能校验。

### 6.5 AGC 协调试验

- 6.5.1 通过 AGC 协调试验验证 AGC 有功功率指令值与快速频率响应调节量相协调。
- 6.5.2 新能源场站在工况 3 进行 AGC 协调试验。

## 7 记录及报告

- 7.1 高速数据记录分析仪应采用连续录波方式记录频率、有功功率、电压、电流等信号。
- 7.2 测试信号的数据扫描周期不应大于 100 ms。
- 7.3 试验报告应包括：频率阶跃扰动试验数据分析及绘图、模拟实际频率扰动试验数据分析及绘图、防扰动性能校验数据绘图、AGC 协调试验数据绘图。

## 8 复核试验

- 8.1 试验项目应包括：频率阶跃扰动试验、模拟实际频率扰动试验、防扰动性能校验、AGC 协调试验。
- 8.2 试验应包括试验工况 1、试验工况 2、试验工况 3、试验工况 4 等有功功率运行区间的四个工况。

附录 A  
(规范性)

新能源快速频率响应技术指标

A.1 新能源（风电场、光伏电站）快速频率响应下垂特性

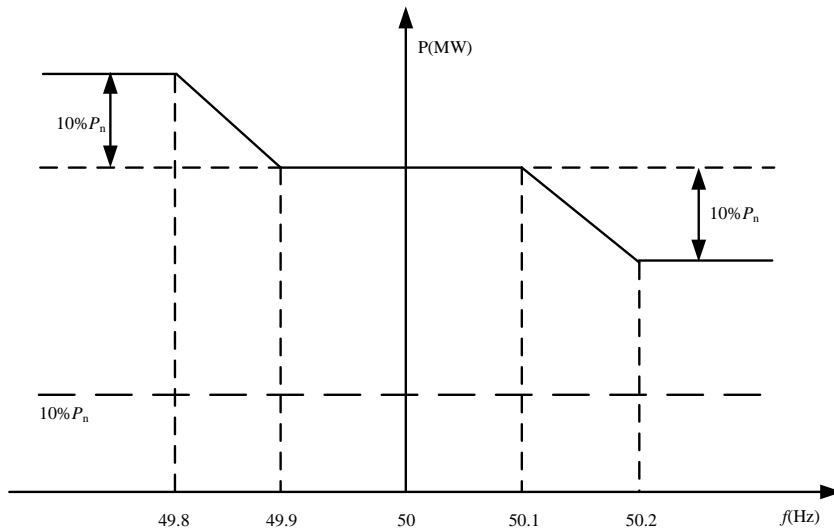
A.1.1 新能源（风电场、光伏电站）利用响应的有功控制系统或是加装独立控制装置来实现快速频率响应功能，电网频率扰动情况下，有功功率调整额定功率的10%时可不再调整，快速频率响应下垂特性通过设定频率与有功功率折线函数实现，见式(A.1)。

$$P = P_0 - \frac{P_n \times (f - f_d)}{\delta\% \times f_n} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- $f_d$ ——快速频率响应死区，单位为赫兹（Hz）；
- $f$ ——实际频率，单位为赫兹（Hz）；
- $f_n$ ——额定频率，单位为赫兹（Hz）；
- $\delta\%$ ——新能源快速频率响应调差率；
- $P$ ——实际有功功率，单位为兆瓦（MW）；
- $P_n$ ——额定有功功率，单位为兆瓦（MW）；
- $P_0$ ——有功功率初值，单位为兆瓦（MW）。

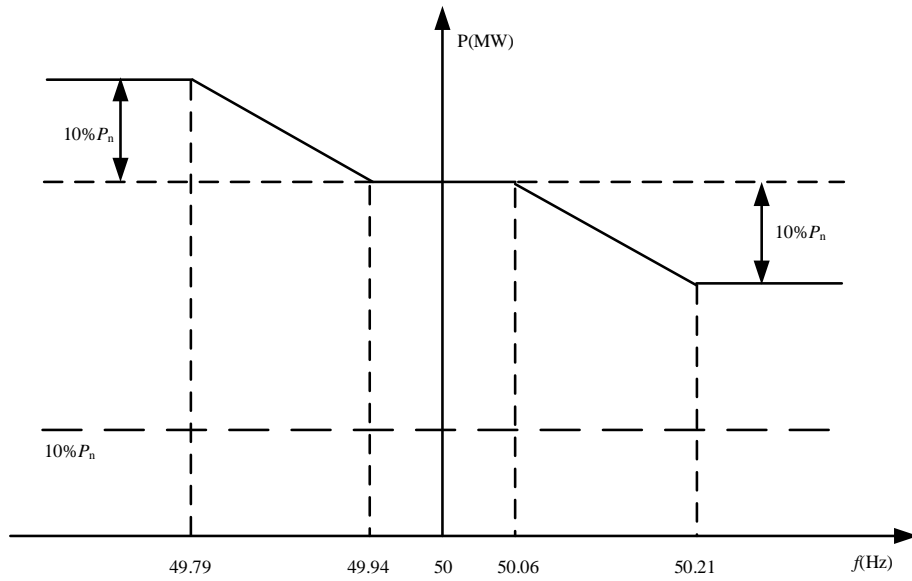
A.1.2 风电场参与电网快速频率响应的下垂曲线，快速频率响应死区设定0.1 Hz，调差率设定2%，最大功率限幅设定不小于额定功率的10%，见图A.1。



注： $P_n$ ——额定有功功率，单位为兆瓦（MW）

图A.1 参与电网快速频率响应下垂曲线函数示意图

A.1.3 光伏电站参与电网快速频率响应的下垂曲线，快速频率响应死区设定0.06 Hz，调差率设定3%，最大功率限幅设定不小于额定功率的10%，见图A.2。

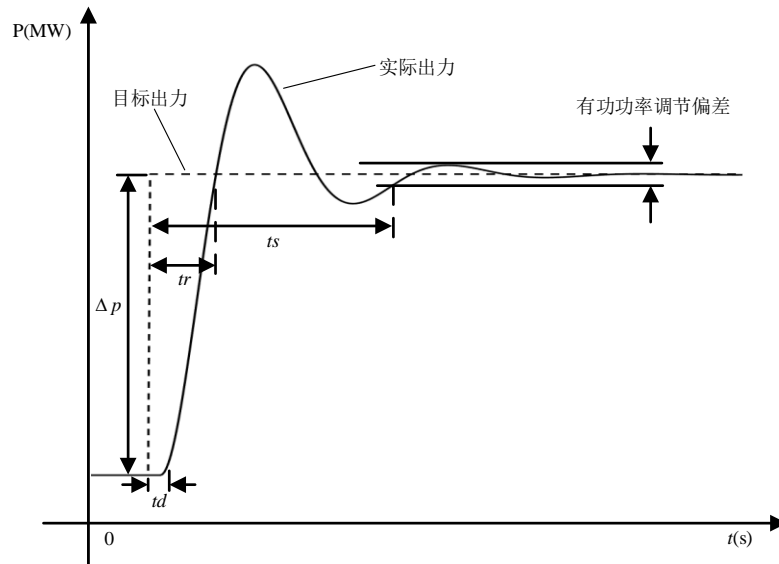


注： $P_n$ ——额定有功功率，单位为兆瓦（MW）

图A.2 光伏电站参与电网快速频率响应下垂曲线函数示意图

### A.2 新能源（风电场、光伏电站）频率阶跃扰动试验动态性能

见图A.3。



注： $t_d$ ——快速频率响应滞后时间，单位为秒（s）；

$t_r$ ——快速频率响应响应时间，单位为秒（s）；

$t_s$ ——快速频率响应稳定时间，单位为秒（s）。

图A.3 频率阶跃响应扰动试验动态性能指标示意图