

快速频率响应系统

1. 产品简介

随着新能源装机容量不断增长，新能源已从补充能源走向替代能源，新能源场站参与电网系统的频率控制对电网的安全稳定运行的重要性凸显。为实现大规模新能源安全高效利用，新能源快速频率响应系统应运而生。

快速频率响应系统也称为一次调频系统，其原理是当电网的频率偏离额定值时，系统主动控制机组有功功率的增减，限制电网频率变化，使电网频率维持稳定的自动控制过程；当电网频率下降时，系统根据电网调频下垂曲线快速调节机组增加有功输出，当电网频率上升时，系统根据电网调频下垂曲线快速调节机组减小有功输出。

2. 应用场景

新能源场站

3. 产品原理

新能源快速频率响应系统需要接入并网点（变高）侧三相 CT、PT，经过系统高频采集、计算后，得到高精度的并网频率值，进行是否调频动作的判断。满足动作条件，系统会根据电网规定的调频下垂曲线计算全场调节的有功总增量，快速频率响应有功-频率下垂特性通过设定频率与有功功率折线函数实现。



图 3-1 快速频率响应系统屏柜实物图

序号	设备名称	配置及功能描述
1	核心服务器	最低配置要求： 机架服务器； 处理器： 至强 Xeon-E3 四核 1230V6 内存： 8GBx1 DDR4 硬盘： 2x1TB SATA (7200rpm) RAID： RAID-121I RAID0、1、5 当前主流配置均可满足
2	高速测频装置	高频高精度测并网点频率及电气量装置
3	网络交换机	系统内部各设备数据通讯及对外接口使用
4	屏柜	前后开门 2260mm×800mm×600mm 柜体颜色按原风电场柜体颜色配置 可满足电网电力标准规范要求

表 3-1 快速频率响应系统主要硬件部分



QUANT-CLOUD
量云能源

地蕴天成·能动无限

4. 主要功能

4.1 标配功能

- (1) 与调度端二次调频指令配合，实现与 AGC 控制相协调满足电网规定的闭锁/叠加逻辑。
- (2) 记录发电机组集群的响应特性，数据可追溯，可曲线显示。
- (3) 自动统计关键技术指标，可上送调频调度系统，也可进行指标核对。
- (4) 具备防扰动性能，避免干扰性频率跳变造成系统误动。

4.2 选配功能

- (1) 压线控制功能具有优化场站功率控制的效果，不仅能降低考核分数，还能有效提升发电量。图 4-2 为提升后的效果，阴影部分面积为提升电量部分。



图 4-1

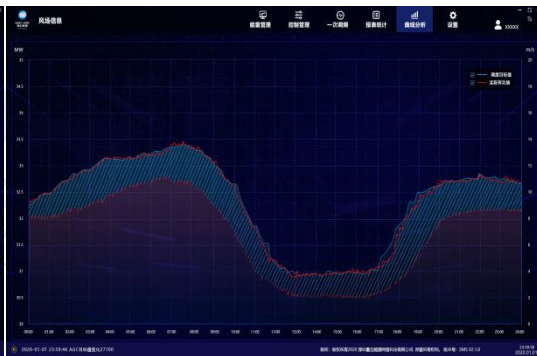


图 4-2

- (2) 与新能源监控系统联动，调频动作启动时在 SCADA 监控中提示监控人员，在调频完成后，统计调频的性能数据作为本次调频动作简报，传递给 SCADA 监控系统；并提供语音提示功能，帮助运行人员掌握调频动作信息。
- (3) 在风电场的应用中，与风机健康度管理系统联动，根据风机健康度评估系数，提高健康度较高机组的调频权重系数，避免亚健康状态风机机组的损耗加剧。

5. 技术优势

- (1) 2016 年开始筹备新能源场站场级调频相关工作，并于 2017 年被选为国内首批参与调频试验的厂家，在当年内圆满完成了快速频率响应的项目开发、实施及测试，并得到了中国电科院的验收，有着丰富的调频技术与经验积累。

- (2) 通过中国电科院、新疆电科院、陕西电科院、宁夏电科院等多个专业机构的验收认证；具备与多个区域电网辖区内项目实施经验，也是首批执行西北调控[2018]225 号文标准，并通过验收的厂家。
- (3) 独立设计符合电力标准的产品，满足高精度、高频次的快速频率调节性能要求。
- (4) 支持变桨、惯量、变桨+惯量联动等多种调节控制策略。

5.1 新能源调频技术指标

性能参数	指标要求（西北电网风电调频为例）	量云产品
并网点数据刷新周期	$\leq 100\text{ms}$	$\leq 10\text{ms}$
测频精度	0.003Hz	0.001Hz
控制周期	$\leq 1\text{s}$	$\leq 200\text{ms}$
响应滞后时间 t_{hx}	$\leq 2\text{s}$	$\leq 1\text{s}$
响应时间 $t_{0.9}$	$\leq 12\text{s}$	$\leq 5\text{s}$
调节时间 t_s	$\leq 15\text{s}$	$\leq 7\text{s}$
控制偏差	$\leq 2\%$	$\leq 1\%$

6. 价值创造/增值

- 新疆达坂城地区某 50MW 风电场，25 台 2MW 明阳风电机组，根据电网要求进行快速频率响应系统改造，通过应用量云的快速频率响应系统，不仅为业主节省了 24 万/年的考核费用；而且通过压线控制功能，风电场平均每月增发电量达到 9 万千瓦时，按上网电价 0.34 元计算，年增发电量给业主带来至少 36 万收益；直接收益总计高达 60 万元/年。

7. 典型案例

序号	省份	业主	项目名称
1	陕西	华能定边新能源发电有限公司	沈口子风电场
2	宁夏	宁夏电投新能源有限公司	星能第四风电场
3	宁夏	大唐同心新能源有限公司	海棠湖风电场
4	甘肃	中广核甘肃瓜州第二风力发电有限公司	瓜州桥六第二风电场
5	甘肃	甘肃中电投新能源发电有限责任公司	会宁风电场
6	青海	中节能青海东方华路	尕斯二期风电场

		新能源有限责任公司	
7	青海	中节能青海东方华路 新能源有限责任公司	中节能德令哈协力光伏 青海德令哈尔海南一期
8	青海	中节能青海东方华路 新能源有限责任公司	中节能东方华路青海 德令哈 50MW 风电场
9	青海	中核慧能能源发展有限公司	大柴旦锡铁山一二期风电场
10	青海	天峻柴达木能源开发有限公司	天峻风电场
11	新疆	新疆万邦能源发展有限公司	万邦达坂城风电一场
12	新疆	新疆华冉新能源发展有限公司	华冉达坂城风电场
13	新疆	华能吐鲁番风力发电有限公司	华能白杨河风电场
14	新疆	国投白银风电有限公司	小草湖北风电一场
15	云南	三峡新能源有限公司	四大山风电场
16	云南	三峡新能源有限公司	茨柯山风电场
17	云南	三峡新能源有限公司	对门山风电场
18	云南	三峡新能源有限公司	石梁山风电场



图 7-1 快速频率响应系统软著

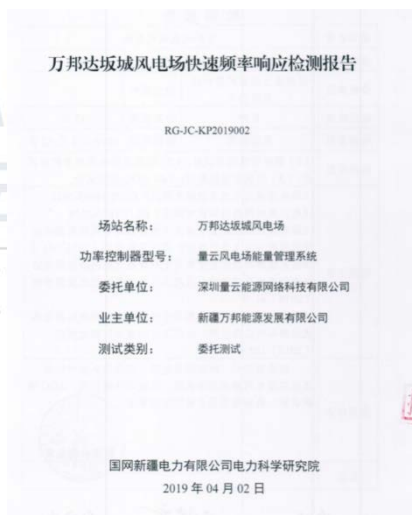


图 7-2 快速频率响应系统验收报告