

ZJSEE

浙江省电力学会标准

T/ZJSEE XXXX-YYYY

多形态资源参与电网调度调节的经济技术 量化评估标准

Economic and Technological Quantitative Evaluation Standards for Dispatching
Regulation with Multi form Resource

(与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

2024-01-01 发布

2024-06-01 实施

浙江省电力学会 发布

目 次

| | |
|-------------------|-----|
| 前 言 | II |
| 引 言 | III |
| 1 范围 | 2 |
| 2 规范性引用文件 | 2 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 符号、代号和缩略语 | 2 |
| 5 技术指标框架 | 3 |
| 6 技术指标体系 | 3 |
| 6.1 能力规模指标 | 3 |
| 6.2 性能指标 | 5 |
| 6.3 效率指标 | 6 |
| 6.4 系统经济性指标 | 7 |
| 附 录 A | 8 |

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。

本文件由国网浙江省电力有限公司丽水供电公司提出。

本文件由浙江省电力行业协会技术归口和解释。

本文件起草单位：国网浙江省电力有限公司丽水供电公司、国网浙江省电力有限公司、杭州沃瑞电力科技有限公司、丽水市电力学会。

本文件主要起草人：赵汉鹰、吴晓刚、陈文进、谷炜、吴新华、陶毓锋、章寒冰、叶吉超、张若伊、陈菁伟、张 思、卢 敏、杜倩昀、周逸之、张有鑫、徐非非、吴梦凯、赵 萍、季青锋、徐文、胡鑫威、郑华、李绥荣、王 燕、王一鸣、饶海伟。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至浙江省电力学会标准工作委员会（地址：浙江省杭州市南复路1号，邮编：310008，网址：<http://www.zjsee.org/>，邮箱：zjseeorg_bz@163.com）。

引 言

为全面落实国家“双碳”目标战略部署，贯彻创新、协调、绿色、开放、共享发展理念，主动把握多形态可调资源参与电网调节的运行特征，全面挖潜系统调度潜力，逐级提升电网协同水平，有效提高系统运行效率。推进分布式资源与电网的协同发展，构建绿色、智能、高效的能源体系，特制定本文件。

多形态资源参与电网调度调节的经济技术量化评估标准

1 范围

本文件规定了多形态资源参与调度调节的技术评价指标，包括接入规模、实时调节能力、资源使用效率、电网经济性等指标，适用于评价多形态源荷储接入地县级调度后的电网调度调节能力。

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。

- DB33/T 2515 公共机构“零碳”管理与评价规范
- GB/T 44241 虚拟电厂管理规范
- GB/T 44260 虚拟电厂资源配置与评估技术规范
- DL/T 1709.8 智能电网调度控制系统技术规范 第8部分：运行评估
- GB/T 40585 电网运行风险监测、评估及可视化技术规范
- GB/Z 32880.2 现行电能质量经济性评估 第2部分：公用配电网的经济性评估方法

3 术语和定义

3.1

电网备用裕度 Grid reserve margin

系统备用与系统负荷以及新能源发电功率的比例，反映电力系统对负荷和新能源不确定性的调节能力。

3.2

多形态资源 Multiform resources

区别于与传统发电资源，来自用户侧、需求侧、分布式的多形态资源，包含微电网、虚拟电厂、分布式电源、用户侧储能等形态。

3.3

参与电网调度调节

参与电力系统互动，包含调节方向、响应时间、爬坡速率、服务持续时间和调节容量等指标进行评估。

3.4

“四可”能力

对电网调度而言，各类资源具有实时上送运行遥测遥信信息、接收并执行调度调节和控制指令的能力。

4 符号、代号和缩略语

无。

5 技术指标框架

表 1 多形态资源参与电网调节的技术指标框架

| | 指标类型 | 定义 |
|-------|-----------|------------------------|
| 能力规模 | 新能源调节规模 | 并网运行，具备“四可”能力的新能源装置规模。 |
| | 储能调节规模 | 并网运行，具备“四可”能力的储能规模 |
| | 柔性负荷调节规模 | 电力用户负荷中，具备柔性调节能力的规模 |
| | 小电源调节规模 | 并网运行，具备“四可”能力的小水火电规模 |
| 运行性能 | 向上调节裕度 | 提升发电功率或减少负荷的能力 |
| | 向下调节裕度 | 降低发电功率或增加负荷的能力 |
| | 电网备用裕度 | 局部电网整体的备用裕度 |
| 运行效率 | 新能源就地消纳率 | 新能源在该区域电网的消纳率 |
| | 调峰目标响应率 | 可调节负荷给指令后的响应负荷 |
| | 调峰目标完成率 | 对于调峰整体目标的响应程度 |
| | 运行等效碳排放量 | 采用多形态资源后的其等效碳排放量 |
| 电网经济性 | 系统平均供电可用率 | 系统非正常拉电的比例 |
| | 线损率 | 整个调度系统的线损率 |
| | 综合电压合格率 | 整个调度系统的电压合格率 |

6 技术指标体系

6.1 能力规模指标

6.1.1 新能源调节规模

具备“四可”能力、可参与电力系统功率调节的新能源，占区域新能源装机总量和总用电负荷的百分比，反应区域新能源资源的发电能力和调节水平，计算方法可参照公式（1）。

$$K_{RNE1} = \frac{S_{RNE}}{S_{NE}}$$

$$K_{RNE2} = \frac{S_{RNE}}{P_L} \quad (1)$$

式中：

S_{RNE} ：具备参与电网调节的新能源装机总容量。

S_{NE} ：新能源装机总容量。

P_L ：总用电负荷。

K_{RNE1} ：可调新能源与区域新能源装机容量的百分比。

K_{RNE2} ：可调新能源与总用电负荷的百分。

6.1.2 储能调节规模

具备“四可”能力，可参与电力系统功率调节的储能，占区域新能源装机总量和总用电负荷的百分比，反应区域储能类资源参与电力系统互动的程度，计算方法可参照公式（2）。

$$\begin{aligned}K_{ESS1} &= \frac{S_{ESS}}{S_{NE}} \\K_{ESS2} &= \frac{S_{ESS}}{P_L}\end{aligned}\quad (2)$$

式中：

S_{ESS} ：具备调节能力的新能源装机总容量。

K_{ESS1} ：可调储能与区域新能源装机容量的百分比。

K_{ESS2} ：可调储能与总用电负荷的百分比。

6.1.3 柔性负荷调节规模

纳入各类虚拟电厂、秒控系统的用户侧柔性负荷，占区域新能源装机总量和总用电负荷的百分比，反应区域用户负荷参与电力系统互动的程度，计算方法可参照公式（3）。

$$\begin{aligned}K_{FL1} &= \frac{S_{FL}}{S_{NE}} \\K_{FL2} &= \frac{S_{FL}}{P_L}\end{aligned}\quad (3)$$

式中：

S_{FL} ：具备参与电网调节能力的用户侧负荷规模。

K_{FL1} ：柔性负荷与区域新能源装机容量的百分比。

K_{FL2} ：柔性负荷与总用电负荷的百分比。

6.1.4 小电源调节规模

具备完善的厂站自动化系统的小水电、小火电装机规模，占区域新能源装机总量和总用电负荷的百分比，反应区域小电源参与电力系统互动的程度，计算方法可参照公式（4）。

$$\begin{aligned}K_{mP1} &= \frac{S_{mP}}{S_{NE}} \\K_{mP2} &= \frac{S_{mP}}{P_L}\end{aligned}\quad (4)$$

式中：

S_{HP} ：具备参与电网调节能力的小水电、小火电发电规模，其中小火电为最小出力以上的可调发电容量。

K_{mP1} ：小电源与区域新能源装机容量的百分比。

K_{mP2} ：小电源与总用电负荷的百分比。

6.2 性能指标

6.2.1 向上调节裕度

反映多形态资源对电网的上调节支持能力，计算方法可参照公式（5）。

$$R_{UP} = \sum_{i=1}^n NE_{ruiP} + ESS_{rui} + FL_{rui}$$

$$R_{UQ} = \sum_{i=1}^n NE_{ruiQ} + ESS_{rui} \quad (5)$$

式中：

R_{UP} 、 R_{UQ} ：实时多形态资源上调节有功和无功裕度。

NE_{rui} ：当前时段内实时能参与上调节的各新能源机组容量，包含水电最大出力和当前出力之间的差值容量P、水电的最大无功送出容量、光伏和风电的可增容性无功容量。

ESS_{rui} ：当前时段内实时能参与上调节的各储能容量，各储能容量可以输出有功，也可以输出无功。

FL_{rui} ：当前时段内实时能参与上调节的各柔性负荷容量，包含可暂停充电的充电桩、可以切除的空调负荷等。

NE_{rui} 可以从调度管理系统中采集所得数据进行处理获得，其采集数据包括水电站的水头数据，该水头下的最大发电能力，当前出力数据；光伏电站的当前光照下的最大发电能力，当前出力数据；风电站的当前风速风向下的最大发电能力，当前出力数据。

ESS_{rui} 可以从调度管理系统采集数据中获得，是所有集中式储能的现有功率数据与最低输出功率之间的差值。

FL_{rui} 可从前一天的交易中所获得该数据，也可从营销管理系统中所获得实时的15分钟数据，从前一天的交易中所获得的数据就是当前时段的实时能参与上调节的容量，从营销系统获取的是经过营销系统加工过的当前时段内实时能参与上调节的各柔性负荷容量。

6.2.2 向下调节裕度

反映多形态资源对电网的下调节支持能力，计算方法可参照公式（6）。

$$R_{DP} = \sum_{i=1}^n NE_{rdiP} + ESS_{rdi} + FL_{rdi}$$

$$R_{DQ} = \sum_{i=1}^n NE_{rdiQ} + ESS_{rdi} \quad (6)$$

式中：

R_{DP} 、 R_{DQ} ：实时多形态资源下调节有功和无功裕度。

NE_{rdi} ：当前时段内实时能参与下调节的各新能源机组容量，包含水电当前出力与最小出力之间的差值容量，光伏和风电的可增感性无功容量。

ESS_{rdi} ：当前时段内实时能参与下调节的各储能容量，各储能容量可以输出有功，也可以输出无功。

FL_{rdi} ：当前时段内实时能参与下调节的各柔性负荷容量，包含可平移充电的充电桩、冰蓄冷负荷等。

6.2.3 考虑新能源波动的系统备用裕量

反映电力系统对负荷与新能源不确定性的调节能力，计算方法可参照公式（7）。

$$K_{res} = \frac{P_{res}}{(P_L + P_{NE})} \quad (7)$$

式中：

P_{res} ：系统当前的备用容量。

P_L ：当前负荷。

P_R ：新能源发电功率。

K_{res} ：系统备用裕量百分比。

6.3 效率指标

6.3.1 新能源就地消纳率

新能源发电容量减去由于电网原因而引起的新能源不能上网容量，以及新能源的反向送出功率，计算方法可参照公式（8）。

$$R_{absorb} = 1 - \frac{\sum (NE_{block} + NE_{reverse})}{\sum NE_{block} + NE_{cons}} \quad (8)$$

式中：

NE_{block} ：由于电网阻塞而引起的新能源不可用功率。

NE_{cons} ：所有的新能源发电功率。

$NE_{reverse}$ ：反向输送到电网的新能源功率。

R_{absorb} ：新能源就地消纳率。

6.3.2 调峰目标响应率

在调峰时段辖区内非统调电源、虚拟电厂、可调节负荷等可调节资源参与电网调峰的实际响应水平，计算方法可参照公式（9）。

$$R_{adjust} = \frac{\sum (NE_{adjust} + ESS_{adjust} + FL_{adjust})}{\sum (NE_{adjustable} + ESS_{adjustable} + FL_{adjustable})} \quad (9)$$

式中：

NE_{adjust} ：参与电网调峰的新能源。

ESS_{adjust} ：参与电网调峰的储能。

FL_{adjust} ：参与电网调峰的柔性负荷。

$NE_{adjustable}$ ：辖区内可参与电网调峰的新能源。

$ESS_{adjustable}$ ：辖区内可参与电网调峰的储能。

$FL_{adjustable}$ ：辖区内可参与电网调峰的柔性负荷。

R_{adjust} ：调峰目标响应率

6.3.3 调峰目标完成率

在调峰时段内区域非统调电源、虚拟电厂、可调节负荷等可调节资源参与电网调峰的响应水平与目标水平之间的差距，计算方法可参照公式（10）。

$$R_{obj} = \frac{\sum (NE_{adjust} + ESS_{adjust} + FL_{adjust})}{Peak_{adjustobj}} \quad (10)$$

式中：

$Peak_{adjustobj}$ ：辖区内可参与电网调峰的总多形态资源的峰值。

R_{obj} ：调峰目标完成率。

6.3.4 多形态资源运行等效碳排放量

多形态资源单位时间内产生的电能等效的节省碳排放量，单位为 g，计算方法可参照公式（11）。

$$C_{reduce} = E_{prod} * (1 - C_{per}) \quad (11)$$

式中：

E_{prod} ：单位时间内产生的电能，包括新能源发电产生的电能、储能的充和放电所产生的电能、柔性负荷切除所产生的负电能。

C_{per} ：从大网供电的碳含量。

6.4 系统经济性指标

6.4.1 系统年平均供电可用率

一年时间内配电系统可能的供电小时数与用户需要的供电小时数的占比，计算方法可参照公式（12）。

$$ASA = \frac{\sum house * 8760 - \sum H_{poff}}{\sum house * 8760} \quad (12)$$

式中：

H_{poff} ：停电小时数。

ASA ：系统年平均供电可用率。

6.4.2 线损率

线损电量占供电量的占比，计算方法可参照公式（13）。

$$LOSS = \frac{S_{supp} - S_{sold}}{S_{supp}} \quad (13)$$

式中：

S_{sold} ：线损电量。

S_{supp} ：供电量。

$LOSS$ ：线损率。

6.4.3 综合电压合格率

实际运行电压在允许电压偏差范围内累计运行时间与对应总运行统计时间的占比，计算方法可参照公式（14）。

$$U_{qua} = \frac{\sum (Count_{upper} + Count_{down})}{\sum Count_u} \quad (14)$$

式中:

$Count_{upper}$: 向上偏差的累计运行时间。

$Count_{down}$: 向下偏差的累计运行时间。

$Count_u$: 总运行时间。

U_{qua} : 综合电压合格率。

附录 A (资料性) 算例验证

为验证多形态资源参与调度能力提升的经济技术量化评估标准的正确性及有效性,运用 C++程序语言编写了仿真程序,并在软件上对浙江省丽水市某区域电网进行仿真,仿真所采用的计算机主频为 2.4G,内存为 16G。

浙江省丽水市某区域电网含有 13 个 220kV 变电站节点,43 条线路,区域内共有 3600MW 新能源接入,120MW 储能,130MW 柔性负荷。

表 A.1 浙江省丽水市某区域电网多形态资源参与调度的经济技术量化评估结果

| 指标类型 | | 指标数值 |
|---------|---------------|---|
| 能力规模指标 | 新能源调节规模 | 0.64 |
| | 储能调节规模 | 0.053 |
| | 柔性负荷调节规模 | 0.057 |
| | 小电源调节规模 | 0.43 |
| 实时运行指标 | 上调节裕度 | R_{UP} : 2467.82; R_{UQ} : 1402.37 |
| | 下调节裕度 | R_{DP} : 1242.75 R_{DP} : 855.29 |
| | 电网备用裕度 | 7% |
| 效率指标 | 新能源消纳率 | 90.1% |
| | 调峰目标响应率 | 81.8% |
| | 调峰目标完成率 | 91.6% |
| | 多形态资源运行等效碳排放量 | 20 |
| 电网经济性指标 | 系统平均供电可用率 | 99.89% |
| | 线损率 | 1.55% |
| | 综合电压合格率 | 99.95% |

表 A.1 给出了浙江省丽水市某区域电网多形态资源参与调度的经济技术量化评估结果,可以看出,该区域电网中,新能源的接入规模较大,储能接入规模较小;实时运行指标中,上下调节裕度均较大,电网备用裕度由于新能源的发电量较大而裕度较小;多形态资源使用效率指标中,新能源消纳率达到了 90.1%;调峰目标响应率达到了 81.8%调峰目标完成率均达到了 91.6%;电网经济性指标中,线损率较低,系统平均供电可用率和综合电压合格率较高。