

ICS 01.040.29

中国标准文献分类号 K46

团 体 标 准

T/CPSS 1004—2019

智能变电站电能质量测量方法

Method of power quality measurement for smart
substation

2019-07-31 发布

2019-08-01 实施

中国电源学会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 5

 4.1 测量方法分类 5

 4.2 测量环节 5

 4.3 对电压/电流互感器的要求 5

 4.4 对合并单元的要求 6

 4.5 测量累积时间和方法 6

 4.6 标记 8

5 频率 9

 5.1 测量方法 9

 5.2 测量范围和误差 9

 5.3 累积 9

6 电压电流幅值 9

 6.1 测量方法 9

 6.2 测量范围和误差 10

 6.3 累积 10

7 电压偏差 10

 7.1 测量方法 10

 7.2 测量范围和误差 10

 7.3 累积 10

8 闪变 11

 8.1 测量方法 11

 8.2 测量范围和误差 11

 8.3 累积 11

9 电压暂降、短时中断和暂升 11

 9.1 测量方法 11

 9.2 测量范围和误差 12

 9.3 累积 12

10 谐波 12

 10.1 测量方法 12

 10.2 测量范围和误差 13

 10.3 累积 13

11 间谐波 13

 11.1 测量方法 13

11.2 测量范围和误差	13
11.3 累积	14
12 不平衡度	14
12.1 测量方法	14
12.2 测量范围和误差	14
12.3 累积	14
13 影响量范围和误差试验	15
13.1 影响量范围	15
13.2 测量误差试验	15
附录 A (资料性附录) 智能变电站互感器	18
附录 B (资料性附录) 电能质量参数测量范围及误差	20
图 1 测量环节	5
图 2 A 类累积时间间隔的同步	7
图 3 S 类累积时间间隔的同步	8
图 A.1 ETMU 采样模式	18
图 A.2 TMU 采样模式	19
表 1 测量用互感器幅值误差和相位误差限值	5
表 2 影响量范围	14
表 3 A 类和 S 类稳态电压质量测量误差试验参数设置	15
表 4 谐波电流误差测量试验参数设置	16
表 5 电压暂降测量误差试验参数设置	16
表 6 电压短时中断测量误差试验参数设置	16
表 7 电压暂升测量误差试验参数设置	17
表 B.1 电能质量参数测量范围及误差要求一览表	20

智能变电站电能质量测量方法

1 范围

本标准规定了智能变电站合并单元输出的数字信号的频率、电压电流幅值、电压偏差、闪变、电压暂降、短时中断和暂升、谐波、间谐波、不平衡度等电能质量指标的测量方法、测量误差和测量范围。

本标准适用于智能变电站等间隔同步采样的数字信号电能质量参数的测量,其它等间隔同步采样的数字信号电能质量参数的测量,亦可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 17626.7—2017 电磁兼容 试验和测量技术 供电系统及所连设备谐波、间谐波的测量和测量仪器导则

GB/T 17626.15—2011 电磁兼容 试验和测量技术 闪烁仪 功能和设计规范

GB/T 17626.30—2012 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法

GB/T 18039.4—2017 电磁兼容 环境 工厂低频传导骚扰的兼容水平

GB/T 20840.1—2010 互感器 第1部分:通用技术要求

GB/T 20840.2—2014 互感器 第2部分:电流互感器的补充技术要求

GB/T 20840.3—2013 互感器 第3部分:电磁式电压互感器的补充技术要求

GB/T 20840.5—2013 互感器 第5部分:电容式电压互感器的补充技术要求

GB/T 20840.7—2007 互感器 第7部分:电子式电压互感器

GB/T 20840.8—2007 互感器 第8部分:电子式电流互感器

GB/T 19862—2016 电能质量监测设备通用要求

GB/T 30155—2013 智能变电站技术导则

DL/T 282—2012 合并单元技术条件

3 术语和定义

GB/T 12326—2008、GB/T 14549—1993、GB/T 17626.30—2012、GB/T 24337—2009、GB/T 30137—2013、GB/T 32507—2016、GB/T 30155—2013和DL/T 282—2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了GB/T 12326—2008、GB/T 14549—1993、GB/T 17626.30—2012、GB/T 24337—2009、GB/T 30137—2013、GB/T 32507—2016、GB/T 30155—2013和DL/T 282—2012中的一些术语和定义。

3.1

智能变电站 smart substation

采用可靠、经济、集成、节能、环保的智能与设计，以全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化、系统功能集成化、结构设计紧凑化、高压设备智能化和运行状态可视化等为基础要求，能够支持电网实时在线分析和控制决策，进而提高整个电网运行可靠性及经济性的变电站。

[GB/T 30155—2013，定义3.1.1]

3.2

电能质量 power quality

评估电气系统某一给定点的电气性能时，与一系列参考技术参数相比所得的电特性参数。

[GB/T 17626.30—2012，定义3.21]

3.3

合并单元 merging unit (MU)

用以对来自二次转换器的电流和（或）电压数据进行时间相关组合的物理单元。合并单元可以是互感器的一个组件，也可以是一个分立单元，例如装在控制室内。

[DL/T 282—2012，定义3.1]

3.4

实时时钟 real-time clock (RTC)

用于实施本部分某些方法的当地记时装置。

[GB/T 17626.30—2012，定义3.22]

3.5

时间积累 time aggregation

为得到某一较长时间段上的值，对某一给定参数（在相同时间间隔）的顺序值进行累加。

注：本部分中，累积总是指时间累积。

[GB/T 17626.30—2012，定义3.31]

3.6

影响量 influence quantity

任何可能会影响测量设备工作性能的量。

[GB/T 17626.30—2012，定义3.13]

3.7

测量误差 measurement error

测量测得的量值与参考量值的差值。

3.8

方均根值 r.m.s. (root-mean-square) value

在规定时间间隔和规定带宽内一个量的各瞬时值的平方的算术平均值的平方根。

[GB/T 17626.30—2012，定义3.23]

3.9

每半周波检测更新一次的 r.m.s 电压 r.m.s. voltage refreshed each half-cycle

$U_{r.m.s.(1/2)}$

从基波的过零点开始, 在一个周波内测量得到的r.m.s.电压值, 每半个周波更新一次。

注1: 每个通道都是独立的, 对于多相系统的不同通道可以产生连续的 r.m.s.值。

注2: 该值仅适用于 A 类方法中的电压暂降、暂升和短时中断的检测及评估。

注3: 该 r.m.s.电压值可以是相间电压值, 也可以是相与中性点之间的电压值。

注4: 计算过零点需要考虑谐波和直流分量的影响。

注5: 以最靠近零点的采样点作为过零点。

[GB/T 17626.30—2012, 定义3.24]

3.10

每周波检测更新一次的 r.m.s.电压 r.m.s. voltage refreshed each cycle

$U_{r.m.s.(1)}$

在一个周波内测量得到的r.m.s.电压值。每一个周波更新一次。

注1: 和 $U_{r.m.s.(1/2)}$ 相比, 该参数测量时不需要规定周波的开始时间。

注2: 该值仅适用于 S 类方法中的电压暂降、暂升和短时中断的检测及评估。

注3: 该 r.m.s.电压值可以是相间电压值, 也可以是相与中性点之间的电压值。

[GB/T 17626.30—2012, 定义3.25]

3.11

公称输入电压 declared input voltage

U_{din}

由传感器变比确定的公称供电电压。

[GB/T 17626.30—2012, 定义3.3]

3.12

基波分量 fundamental component

对周期性交流量进行傅里叶级数分解, 得到的频率与工频相同的分量。

注: 该值通常使用r.m.s.值来表示。为简单起见, 可将该类分量简称为基波。

[GB/T 14549—1993, 定义3.3]

3.13

谐波分量 harmonic component

对周期性交流量进行傅里叶级数分解, 得到频率为基波频率大于1整数倍的分量。

注: 该值通常使用r.m.s.值来表示。为简单起见, 可将该类分量简称为谐波。

[GB/T 14549—1993, 定义3.4]

3.14

间谐波分量 interharmonic component

对周期性交流量进行傅里叶级数分解, 得到频率不等于基波频率整数倍的分量。

注: 该值通常使用r.m.s.值来表示。为简单起见, 可将该类分量简称为间谐波。

[GB/T 24337—2009, 定义3.6]

3. 15

闪变 flicker

人对于视觉不稳定的感受,这种视觉不稳定是由于供电电压波动引起光源的照度或频率随时间变化而导致的。

[GB/T 32507—2016, 定义2. 5. 7]

3. 16

短时间闪变值 short-term flick severity

P_{st}

衡量短时间(若干分钟)内闪变强弱的一个统计量值,短时间闪变的基本记录周期为10 min。

[GB/T 12326—2008, 定义3. 8]

3. 17

长时间闪变值 long-term flick severity

P_{lt}

由短时间闪变值 P_{st} 推算出,反应长时间(若干小时)闪变强弱的量值,长时间闪变的基本记录周期为2 h。

[GB/T 12326—2008, 定义3. 9]

3. 18

不平衡度 unbalance factor

三相电力系统中三相不平衡的程度。用电压、电流负序基波分量或零序基波分量与正序基波分量的r.m.s.值百分比表示。电压、电流的负序不平衡度和零序不平衡度分别用 ε_{U_2} 、 ε_{U_0} 和 ε_{I_2} 、 ε_{I_0} 表示。

[GB/T 32507—2016, 定义2. 4. 4]

3. 19

正偏离 overdeviation

仅当一个参数的测量值大于标称值时,参数的测量值和标称值之间差值的绝对值。

[GB/T 17626. 30—2012, 定义3. 20]

3. 20

负偏离 underdeviation

仅当一个参数的测量值小于标称值时,参数的测量值和标称值之间差值的绝对值。

[GB/T 17626. 30—2012, 定义3. 32]

3. 21

短时中断 temporary interruption

电力系统中某点工频电压r.m.s.值突然降低至0. 1 p.u. 以下,并在短暂持续10 ms~1 min后恢复正常的现象。

[GB/T 30137—2013, 定义3. 2]

3. 22

电压暂降 **voltage dip**

电力系统中某点工频电压r.m.s.值突然降低至0.1p.u.~0.9p.u.，并在短暂持续10ms~1min后恢复正常的现象。

[GB/T 30137—2013，定义3.1]

3. 23

电压暂升 **voltage swell**

电力系统中某点工频电压r.m.s.值突然升高至1.1~1.8p.u.，并在短暂持续10ms~1min后恢复正常的现象。

[GB/T 32507—2016，定义2.8.2]

4 总则

4.1 测量方法分类

4.1.1 智能变电站电能质量测量方法参照 GB/T 17626.30—2012 规定，分为 A 类和 S 类。

4.1.2 A 类用于需要精确测量的场合。在测量同一信号时，采用两种都符合 A 类要求的不同的测量装置对任一电能质量参数的测量，都应在所规定的误差范围内得出一致的结果。

4.1.3 S 类用于调查或评估等统计性的场合，测量的电能质量参数可能是所有参数的子集。S 类的处理过程相对于 A 类要求较低。

4.2 测量环节

智能变电站被测量的电气量通过电压/电流互感器进入合并单元，经合并单元处理后，输出数字信号送入测量单元进行电能质量参数计算，整个测量环节如图1所示。本标准侧重于应用在测量单元内的电能质量测量方法。

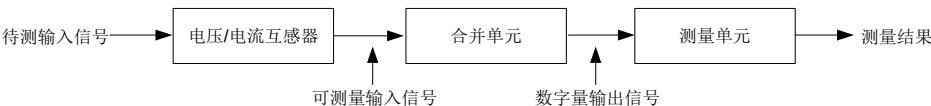


图1 测量环节

4.3 对电压/电流互感器的要求

本标准中规定的测量误差不考虑电压/电流互感器引入的误差，但其测量的幅值误差和相位误差限值应满足GB/T 20840系列标准的规定，详见表1。

表1 测量用互感器幅值误差和相位误差限值

交流采样模式	互感器名称	引用标准	章节号	表号
TMU模式	电流互感器	GB/T 20840.2—2014	5.6.201.4	表201和表202
	电磁式电压互感器	GB/T 20840.3—2013	5.6.301.3	表301
	电容式电压互感器	GB/T 20840.5—2013	5.6.501.3	表501
ETMU模式	电子式电压互感器	GB/T 20840.7—2007	12.5	表9
	电子式电流互感器	GB/T 20840.8—2007	12.2	表17和表18

关于智能变电站交流采样模式以及电压/电流互感器频响特性对测量的影响，附录A提供了相关说明。

4.4 对合并单元的要求

4.4.1 同步采样

对于多通道合并单元应能够实现采集器间的采样同步功能，采样的同步误差不应大于 $\pm 1\ \mu\text{s}$ 。在外部同步信号消失后，至少能在10min内继续满足 $4\ \mu\text{s}$ 同步精度要求。

4.4.2 抗混叠滤波器

抗混叠滤波器的截止频率和衰减特性对谐波分析精度会产生影响，为满足谐波测量精度要求，采样频率需要远高于测量的谐波频率。参照GB/T 17626.7—2017规定，要保证测量范围内的谐波衰减量不超过3dB，采样频率与截止频率差值频率处滤波器的衰减应大于50dB。

推荐使用二阶及以上抗混叠（低通）滤波器，其截止频率为采样频率的1/4。

4.4.3 采样频率

4.4.3.1 合并单元采样频率决定了谐波分析的最高次数，在需要分析到50次谐波的应用场景，合并单元采样频率不应低于12.8kHz。

4.4.3.2 对于合并单元采样频率为4kHz的智能变电站，建议其谐波分析次数不超过20。

4.4.3.3 对于合并单元采样频率为10kHz的智能变电站，建议其谐波分析次数不超过40。

注1：谐波分析时，推荐采用离散傅里叶变换（DFT），若采用快速傅里叶变换（FFT），则需考虑插值算法带来的误差影响，具体误差要求可见10.2。

注2：特别注意，对于采样频率为4kHz的合并单元，当该智能变电站存在40次及以上谐波时，不可以通过该合并单元测量谐波。

4.4.4 其他

合并单元其他技术要求应满足DL/T 282—2012的规定。

4.5 测量累积时间和方法

4.5.1 要求

除闪变和频率外，电能质量指标的累积应使用输入值的r.m.s.值进行计算。

4.5.2 10周波数据

4.5.2.1 在频率计算时间间隔内，根据等间隔同步采样周期和实时频率计算值，计算10周波数字量信号长度，计算公式如式（1）所示：

$$N = \text{fix}\left(\frac{10}{f \times T_s}\right) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

N ——10周波数字量信号长度（采样点数）；

fix ——函数表示“截尾取整”；

f ——实时频率计算值；

T_s ——合并单元等间隔同步采样周期。

4.5.2.2 在频率计算时间间隔内，数字量信号长度不足 10 周波时，从下一个频率计算间隔内补充数据至 10 个周波，见图 2 和图 3。

4.5.3 测量累积方法

4.5.3.1 A 类测量

幅值参数测量的基本测量时间间隔对50Hz电力系统应为10个周波。每隔10min RTC计时点，10周波测量应重新同步一次（见图2）。

注：智能变电站的10min RTC可通过站用时间同步系统获得。

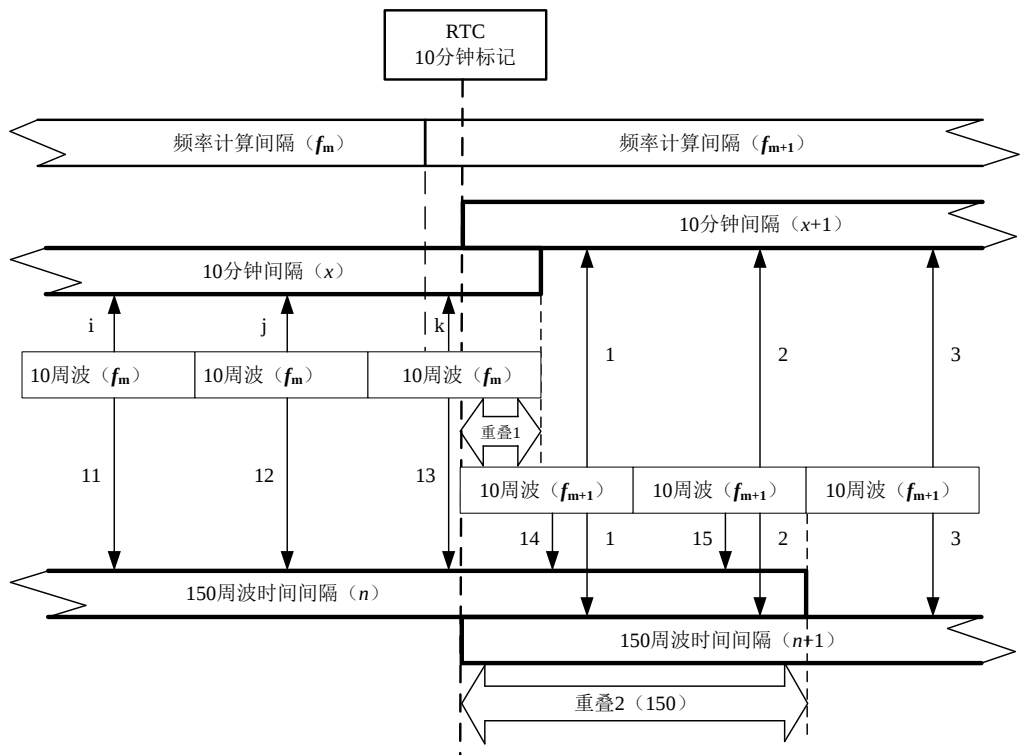


图2 A 类累积时间间隔的同步

随后在另外4个时间间隔内对10周波值进行累积：

- 150 周波的间隔；
- 1 min 间隔；
- 10 min 间隔；
- 2 h 间隔。

即10周波测量应在实时时钟的每个10min标记处进行连续、无间隙、可重叠的同步，然后再在以下时间间隔内累积：150周波，10min（也可选择1min、3min或其他间隔），2h。

4.5.3.2 S 类测量

累积时间间隔与A类相同。10周波测量应按图3的方式进行再同步。

即10周波测量按10 min间隔进行连续、无间隙、不重叠的同步然后再在以下时间间隔内累积：150周波，10 min（也可选择1 min、3 min或其他间隔），2 h。

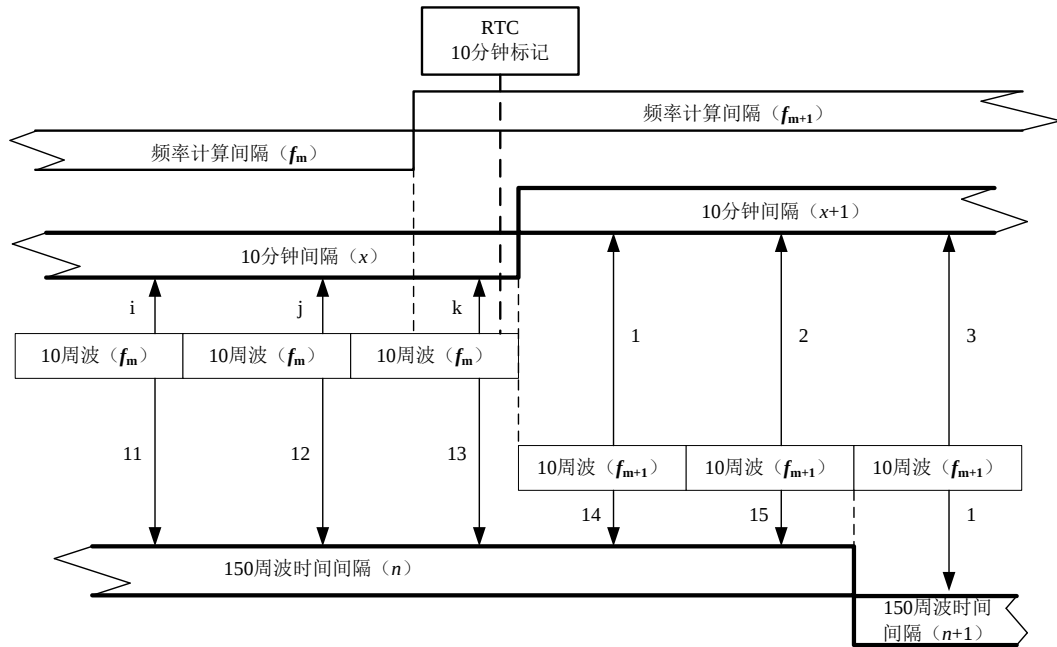


图3 S类累积时间间隔的同步

4.5.4 150周波累积

参照GB/T 17626.30—2012的4.5.2。

4.5.5 10 min 累积

参照GB/T 17626.30—2012的4.5.3。

4.5.6 2小时累积

参照GB/T 17626.30—2012的4.5.4。

4.6 标记

4.6.1 在电压发生暂降、短时中断和暂升，亦或电流幅值超过量程时，其他一些参数的测量算法可能产生一个不可靠的结果。因此，使用标记可避免将同一信号事件在不同参数测量中被重复使用，并表明累积值可能是不可靠的。

4.6.2 标记在电压发生暂降、短时中断和暂升时触发，其检测取决于用户所选择的阈值，该选择将决定哪些数据会被标记。

4.6.3 在对电网频率、电压电流幅值、电压偏差、闪变、谐波、间谐波以及不平衡度使用A类和S类方法进行测量时均适用标记的概念。

4.6.4 如果在给定时间间隔内，有任一值被标记，则包括该值的累积值也应被标记。被标记的值应存储并包括在累积过程中。例如，如果在一个给定时间间隔内，有任一值被标记，则包括该值的累积值也应标记并存储。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/146110140235010050>