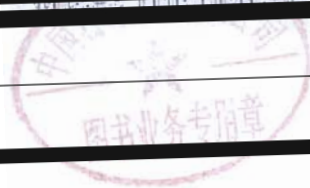


12326—2008
代替 GB 12326—2000

电能质量 电压波动和闪变



GB/T 12326—2008
代替 GB 12326—2000

电能质量 电压波动和闪变 05-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

Power quality—Voltage fluctuation and flicker

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	
4 电压波动的测量和估算	
5 闪变的测量和计算	
6 闪变的叠加和传递	
附录A (规范性附录) 闪变的测量和计算式	
附录B (规范性附录) 电压闪变的估算方法	
5 闪变的限值	

本标准代替 GB 12326—2000《电能质量 电压波动和闪变》。

与 GB 12326—2000 相比,本次修订的主要内容有。

- 对闪变的限值进行了调整,以长时间闪变值 P_{st} 作为闪变衡量值,较原闪变限值有一定程度的放宽。对单个波动负荷引起的闪变,根据实际情况仍分三级处理,但有一定简化,并对额定用户提出明确的治理要求。
- 对电压波动限值的判断进行了调整。对于电压变动幅度较低或规则的周期性电压波动,仍采用现行限值作为其判断;对于随机性不规则的电压波动,规定了电压变动的最大值作为判断,并调整了原限值,这样增强了电压波动测量和判断是否合格的可操作性。
- 对闪变的测量频率进行了调整。

本标准还涉及以下内容的修改。

- 对于执行的仿真法和闪变时间分析法。
- 简化了原标准附录 C 规定的闪变分量级数和各治理方法的推荐值的方式给出了各种电弧炉闪变评估系数。
- 电压波动和闪变的限值的适用范围扩展到超高压(EHV)系统,但不考虑 EHV 对下一电压等级的闪变传递,闪变的传递系数统一修改为推荐值 0.8。
- 增加了闪变合格率的统计方法,以便于闪变状况的评估。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B、附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由全国电压电流等级和频率标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位:中国电力科学研究院、广东电网公司电力科学研究院、中机生产力促进中心、浙江省电力试验研究院、北京电力公司北京电力试验研究院、中冶京诚工程技术有限公司、武汉国测科技股份有限公司。

本标准主要起草人:刘瀚、梅桂华、刘迅、张建平、于希娟、孙海雪、曹劲云、于坤山、卜正良。

本标准所代替标准的历次版本发表情况为:

- GB 12326—1990, GB 12326—2000。

电能质量 电压波动和闪变

1 范围

本标准规定了电压波动和闪变的限值及测试、计算和评估方法。

本标准适用于交流 50 Hz 电力系统正常运行方式下,由波动负荷引起的公共连接点电压的电压波动及由此引起的对无闪烁更敏感的负荷。

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改(不包括勘误的内容)不适用于本标准;凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 19825.2 电磁兼容 限值 对每相额定电压 ≤ 10 kV 的低压配电系统产生的电压波动和闪变限值(GB 19825.2—2005, IEC 61000-3-3:2000, IEC 61000-3-3:2005, IEC 61000-3-3:2009, IEC 61000-3-3:2013)

GB/Z 17325.3 电磁兼容 限值 对额定电流大于 16 A 的负荷在低压配电系统中产生的电压波动和闪变的限值(GB/Z 17325.3—2000, IEC 61000-2-5:1994)

IEC 61000-4-30 电磁兼容 试验和测量技术 闪变仪—功能和设计规范

下列术语和定义适用于本标准。

公共连接点 point of common coupling

POC

用户的连接点。

波动负荷 fluctuating load

生产(或运行)过程中周期性地或非线性地且其功率因数取用变动功率的负荷。例如,炼钢炉等。

电压波动 voltage fluctuation

电压方均根值(有效值)一系列的变动或断续的变更。

每半个基波电压周期方均根值(有效值)的时间函数。

2 规范性引用文件

除下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款外,凡本标准所引用的文件均按最新版本执行。

电压方均根值曲线上相邻两个数值电压之差,以系统标称电压的百分数表示

3.6

电压波动次数 flicker changes

单位时间内电压变动的次数(电压由大到小或由小到大各算一次变动,不同方向对若干次变动)

闪变 flicker

灯光照度不稳定造成的视感

短时间闪变值 short term severity

衡量短时间(若干分钟)内闪变强弱的统计量值(见附录 A),短时间的闪变的基本记录周期为

长时间闪变值 long term severity

单位时间内电压变动的次数(电压由大到小或由小到大各算一次变动,不同方向的若干次变动,如间隔时间小于 30 ms,则算一次变动)

3.7

闪变 flicker cumulative probability function

灯光照度不稳定造成的视感

3.8

短时间闪变值 short term sev

P_{st}

衡量短时间(若干分钟)内闪变强弱的统计量值(见附录 A),短时间的闪变的基本记录周期为 10 min

3.9

长时间闪变值 long term severity

P_{lt}

由短时间闪变值计算出的,反映长时间闪变强弱的统计量值(见附录 A),长时间闪变的基本记录周期为 2 h

3.10

累积概率函数 cumulative probability function

CPF

其横坐标表示闪变值,纵坐标表示对应横坐标值出现的次数占整个测量时间的百分数(见图 A.2)

4 电压波动的限值

注:对于随机或不规则的电压波动,其电压波动限值与电压等级和电压波动次数有关

任何一个电压波动与电压等级和电压波动次数有关。对于电压波动限值(例如 $U_{\%} \leq 1\%$)波动,其测量电压方均根值曲线 $U(t)$ 确定其电压等级和 $1\text{ kV} < U_{\%} \leq 35\text{ kV}$

高压(HV) $35\text{ kV} < U_{\%} \leq 110\text{ kV}$

对于 220 kV 以上超高压(EHV)系统的电压波动限值可参照高压(HV)系统执行。

r/(次/h)

LV, MV

HV

5 闪变的限值

5.1 电力系统公共连接点,在系统正常运行的较小方式下,以一周(168 h)为测量周期,所有长时间闪变值 P_{li} 都应满足表 2 闪变限值的要求。

表 2 闪变限值

P_{li}	
≤ 110 kV	> 110 kV
1	0.8

5.2 任何一个波动负荷用户在电力系统公共连接点单独引起的闪变值应满足下列要求。

5.2.1 电力系统正常运行的较小方式下,波动负荷处于正常连续工作状态,以一天(24 h)为测量周期,并保证波动负荷的最大工作周期包含在内,测量获得的最大长时间闪变值和波动负荷退出时的背景闪变值,通过下列计算获得波动负荷单独引起的长时间闪变值(闪变值):

$$P_{li2} = \sqrt{P_{li1}^3 - P_{li0}^3} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

P_{li1} ——波动负荷投入时的长时间闪变测量值;

P_{li0} ——背景闪变值,是波动负荷退出时一段时期内的长时间闪变测量值;

P_{li2} ——波动负荷单独引起的长时间闪变值(闪变值)。

表 3 110 kV 电压等级闪变限值

电压等级/kV	闪变限值
$110 \leq U \leq 200$	0.4
$U > 200$	0.1

满足
符合

第二级

闪变值
限值的计

.....(2)

——PC

电压等级

电压等级

电压等级

点对应电压等级的长时间闪变值 P_{li} 限值;

电压等级的长时间闪变值 P_{li} 限值;

电压等级对下一电压等级的闪变传递系数,推荐为 0.8。不考虑超高压(330 kV 及以上)电压等级的闪变传递。各电压等级的闪变限值见表 2。

间闪变 P_n 和长时间闪变值 P_L 来衡量。短时间闪变值 P_n 的计算方法见附录 A，长时间闪变值 P_L 由测量期间内包含的短时间闪变值 P_{stj} 计算获得。

$$P_n = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} (P_{stj})^2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

P_{stj} ——2 h 内第 j 个短时间闪变值。

各种类型电压波动引起的闪变均可采用符合 IEC 61000-4-15:1996 的闪变仪进行直接测量，这是闪变量值判定的基准方法。对于三相等概率的波动负荷，可以任意选取一相测量。

当负荷为周期性等间隔矩形波(或阶跃波)时，闪变可通过其电压变动 d 和频度 r 进行估算。已知电压变动 d 和频度 r 时，可以利用图 1(或表 4)用 $P_{st}=1$ 曲线由 r 查出对应于 $P_{st}=1$ 时的电压变动 d_{lim} ，计算出其短时间闪变值。

$$P_{st} = \frac{d}{d_{lim}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

量时间段内包含的短时间闪变值 P_{stj} 计算获得：

$$P_n = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} (P_{stj})^2} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

P_{stj} ——2 h 内第 j 个短时间闪变值。

各种类型电压波动引起的闪变均可采用符合 IEC 61000-4-15:1996 的闪变仪进行直接测量，这是闪变量值判定的基准方法。对于三相等概率的波动负荷，可以任意选取一相测量。

当负荷为周期性等间隔矩形波(或阶跃波)时，闪变可通过其电压变动 d 和频度 r 进行估算。已知电压变动 d 和频度 r 时，可以利用图 1(或表 4)用 $P_{st}=1$ 曲线由 r 查出对应于 $P_{st}=1$ 时的电压变动 d_{lim} ，计算出其短时间闪变值：

$$P_{st} = \frac{d}{d_{lim}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

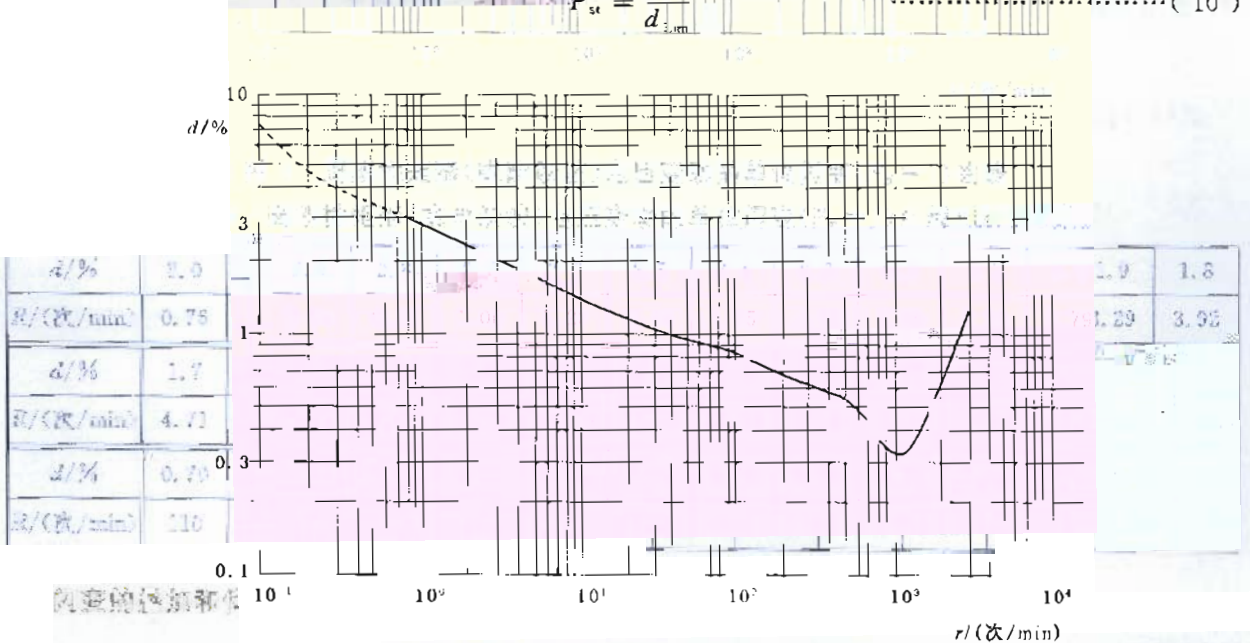


图 1 周期性矩形(或阶跃波)电压变动的单位闪变($P_{st}=1$)曲线

表 4 周期性矩形(或阶跃波)电压变动的单位闪变($P_{st}=1$)曲线对应数据

$d/\%$	3.0	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

式中：

——取决于主要闪变源的性质及其工况的重叠可能性；

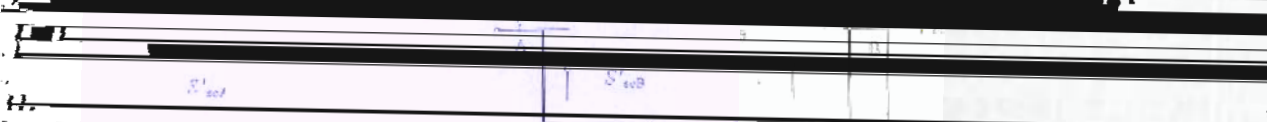
——用于波动负荷引起的电压变动同时发生的状况；

——用于波动负荷引起的电压变动同时发生的状况；

——用于波动负荷引起的电压变动同时发生的状况；

——用于波动负荷引起的电压变动同时发生的状况；

——用于波动负荷引起的电压变动同时发生的状况；



- $m=1$ ——用于波动负荷引起电压变动同时发生重叠率很高的状况；
- $m=2$ ——用于随机波动负荷引起电压变动同时发生的状况(例如熔化期重叠的电弧炉)；
- $m=3$ ——用于波动负荷引起的电压变动同时发生的可能性很小的状况(比较常用)；
- $m=4$ ——仅用于熔化期不重叠的电弧炉所引起的电压变动合成。

8.2 电力系统不同母线结点上闪变的传递如图 2 所示,可按下式简化计算:

$T_{EA} = \frac{S'_{scA}}{S_{scA} - S_{scB}}$ 为结点 B 短时间闪变值传递到结点 A 的传递系数；

P_{scB} 为结点 B 上的短时间闪变；

S'_{scA} 为结点 B 短路时结点 A 短路容量；

S_{scA} 为结点 A 的短路容量；

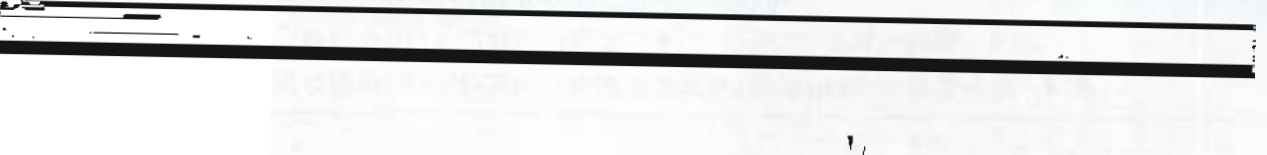
S_{scB} 为结点 B 短路时结点 B 的短路容量。

当 $S_{scB} = 0$, 且 $S_{scA} = S'_{scA}$ 时 $P_{scA} = P_{scB}$

某台设备在系统短路容量为 S_{sc} 时 P_{sc} 已知,当系统容量变为 S_{sc1} 时 P_{sc1} 按下式计算:

$$P_{sc1} = P_{sc} \cdot \frac{S_{sc}}{S_{sc1}} \tag{13}$$

式(12)、式(13)、式(13)也可用于长时间闪变的相关计算。



L——波动负荷。

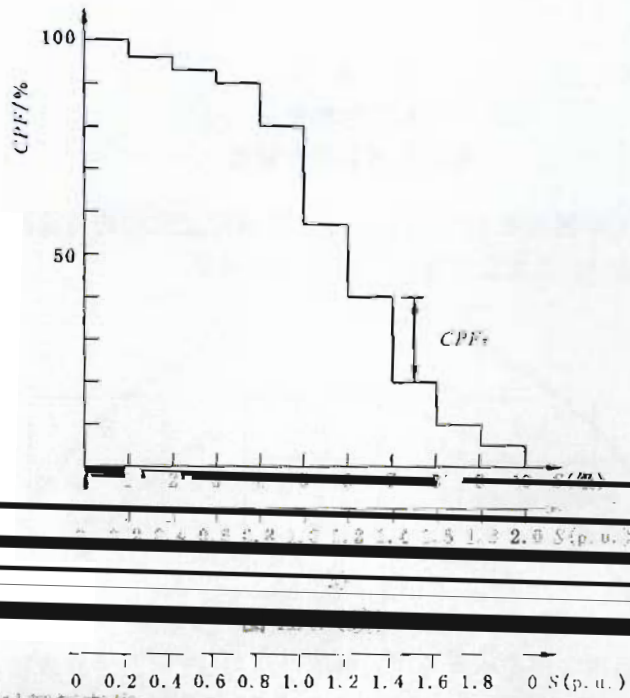
图 2 闪变传递计算示意

$$P_{scA} = T_{EA} \cdot P_{scB} \tag{12}$$

式中：

$T_{EA} = \frac{S'_{scA}}{S_{scA} - S_{scB}}$ 为结点 B 短时间闪变值传递到结点 A 的传递系数；





由获得短时间的闪变值:

b)

$$P_n = \sqrt{0.0314P_{0.1}^2 + 0.0525P_1^2 + 0.0657P_3^2 + 0.28P_{10}^2 + 0.08P_{50}^2} \quad \text{.....(A.1)}$$

图 A.2 (续)

式中:

由 CPF 曲线获得短时间的闪变值: 曲线上等于 0.1%、1%、3%、10% 和 50% 时间的 S(t) 值。

$$P_n = \sqrt{0.0314P_{0.1}^2 + 0.0525P_1^2 + 0.0657P_3^2 + 0.28P_{10}^2 + 0.08P_{50}^2} \quad \text{.....(A.1)}$$

式中:

$$P_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{st})^2} \quad \text{.....(A.2)}$$

$P_{0.1}$ 、 P_1 、 P_3 、 P_{10} 、 P_{50} 分别为 CPF 曲线上等于 0.1%、1%、3%、10% 和 50% 时间的 S(t) 值。

长时间闪变值 P_n 由测量时间段内包含的短时间闪变值计算获得:

n —— 长时间闪变值测量时间内所包含的短时间闪变值个数。

P_{st} 由图 A.1 框 5 输出。

$$P_n = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_{st})^2} \quad \text{.....(A.2)}$$

每计算获得一个 P_{st} 可按公式 (A.2) 进行递推计算, 获得一个 P_n 。

式中:

n —— 长时间闪变值测量时间内所包含的短时间闪变值个数。

P_{st} 和 P_n 由图 A.1 框 5 输出。

每计算获得一个 P_{st} 可按公式 (A.2) 进行递推计算, 获得一个 P_n 。

附录 B (资料性附录)

高压(HV)总供电容量 S_{HV} 的估算方法

高压(HV)总供电容量 S_{HV} 即为主变压器的供电容量。对于某些用户(特别是 220 kV 用户),还可能有多于一个供电电源, S_{HV} 可以用下列方法估算。

第一种近似估算:在 PCC 最大需求日(或计及将来发展),所供给的 HV 用户总容量为 $\sum S_{HV}$,就取为 S_{HV} 。但当 PCC 附近有较大的波动负荷时,则应加以修正。

按第一种估算,应考虑电压降落。若忽略电压降落,则传输系数 K_{s-1} 、 K_{s-2} 、 K_{s-3} 、 K_{s-4} 是常数,达 1.0。电压降落 ΔU 引起的电压 U_0 计算一般需要计算机程序,但 8.2 给出简化的算法,在许多情况下能很快求出近似的结果。由此得:

$$S_{HV} = S_{HV} + K_{s-1} \times S_{HV} + K_{s-2} \times S_{HV}$$

第一种近似估算:在 PCC 最大需求日(或计及将来发展),所供给的 HV 用户总容量为 $\sum S_{HV}$,就取为 S_{HV} 。但当 PCC 附近有较大的波动负荷时,则应加以修正。

附录 C
(资料性附录)

电弧炉的闪变估算方法

电弧炉在运行过程中,特别是在熔化期,随机且大幅度波动的无功功率会引起供电母线严重的电压波动和闪变。电弧炉在熔化期电极和炉料(或熔化后钢水)接触可以有开路和短路两种极端状态,当相继出现这两种状态时,其最大无功功率变动量 ΔQ_{max} 就等于短路容量 S_d 。

电弧炉在 PCC 点引起的最大电压变动 d_{max} 可通过其最大无功功率变动量 ΔQ_{max} 由式(6)计算获得。电弧炉在 PCC 点引起的闪变大小主要与 d_{max} 有关,通过经验公式,由电弧炉的类型和其 d_{max} 可对其闪变值进行粗略地估算,经验公式如下:

$$P_{fl} = K_{fl} \cdot d_{max} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- K_{fl} ——交流电弧炉一般取 0.48;
- K_{fl} ——直流电弧炉一般取 0.30;
- K_{fl} ——精炼电弧炉一般取 0.20;
- 康斯丁(CONSTEEL)电弧炉 K_{fl} 一般取 0.25。



附录 D
(资料性附录)

闪变合格率是指实际运行电压在闪变合格范围内累计运行时间与对应总运行统计时间的百分比,计算式如下:

闪变合格率是指实际运行电压在闪变合格范围内累计运行时间与对应的总运行统计时间的百分比,计算式如下:

$$\text{闪变合格率} = \left(1 - \frac{\text{闪变超限时间}}{\text{总运行统计时间}}\right) \times 100\% \quad \text{.....(D.1)}$$

闪变合格率 = $\left(1 - \frac{\text{闪变超限时间}}{\text{总运行统计时间}}\right) \times 100\%$ (D.1)

闪变状况通常可通过闪变合格率的统计方法进行评价。监测点的闪变合格率通常以月度的时间为闪变监测的总运行统计时间。

电网的闪变合格率为各监测点闪变合格率的平均值:

$$\text{电网闪变合格率}(\%) = \sum_{i=1}^n \text{监测点闪变合格率} / n \quad \text{.....(D.2)}$$

——闪变监测点个数。

式中:

n——闪变监测点个数。

电网年(季)度闪变合格率计算式如下:

$$\text{年(季)度闪变合格率}(\%) = \sum_{i=1}^m \text{电网闪变合格率} / m \quad \text{.....(D.3)}$$

式中:

m——年(季)度的闪变合格率统计月数。

参 考 文 献

[1] GB/T 12326-2008 2000 电压暂降 电压中断 电压不平衡 电压波动和电压暂态 电压暂态
8-7:1996
0160,2000 Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems

[2] EN 50160:2000 Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution system