ICS 27.100
F 020

GB/T 12326—2008
代替 GB 12326—2000

电能质量 电压波动和闪变

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 …… 1
4　电压波动的限值 …… 2
5　闪变的限值 …… 2
[redacted]

前　言

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_{lt} 作为闪变的限值，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，并对超标用户提出明确的治理要求。

——对电压波动限值的判据进行了调整，对于电压变动频度较低或规则的周期性电压波动，仍采用规行限值作为其判据；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据，

——对闪变仪测量时间间隔，取值方法进行了调整，电力系统公共连接点的闪变采用一个星期（168 h）测量，单个波动负荷引起的闪变采用一天（24 h）测量，都取最大值为合格判据。

——对闪变的计算方法进行了完善，删除了原标准中不常用的三波法、二乘法电压波动 P_{st} 计算曲线分析法以及难于执行的仿真法和简易时间分析法。

——简化了闪变测量仪

——对电压波动和闪变的限值的适用范围

变的闪变传递。闪变的传递系数统一暂设为推荐值 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。

本标准主要起草人：

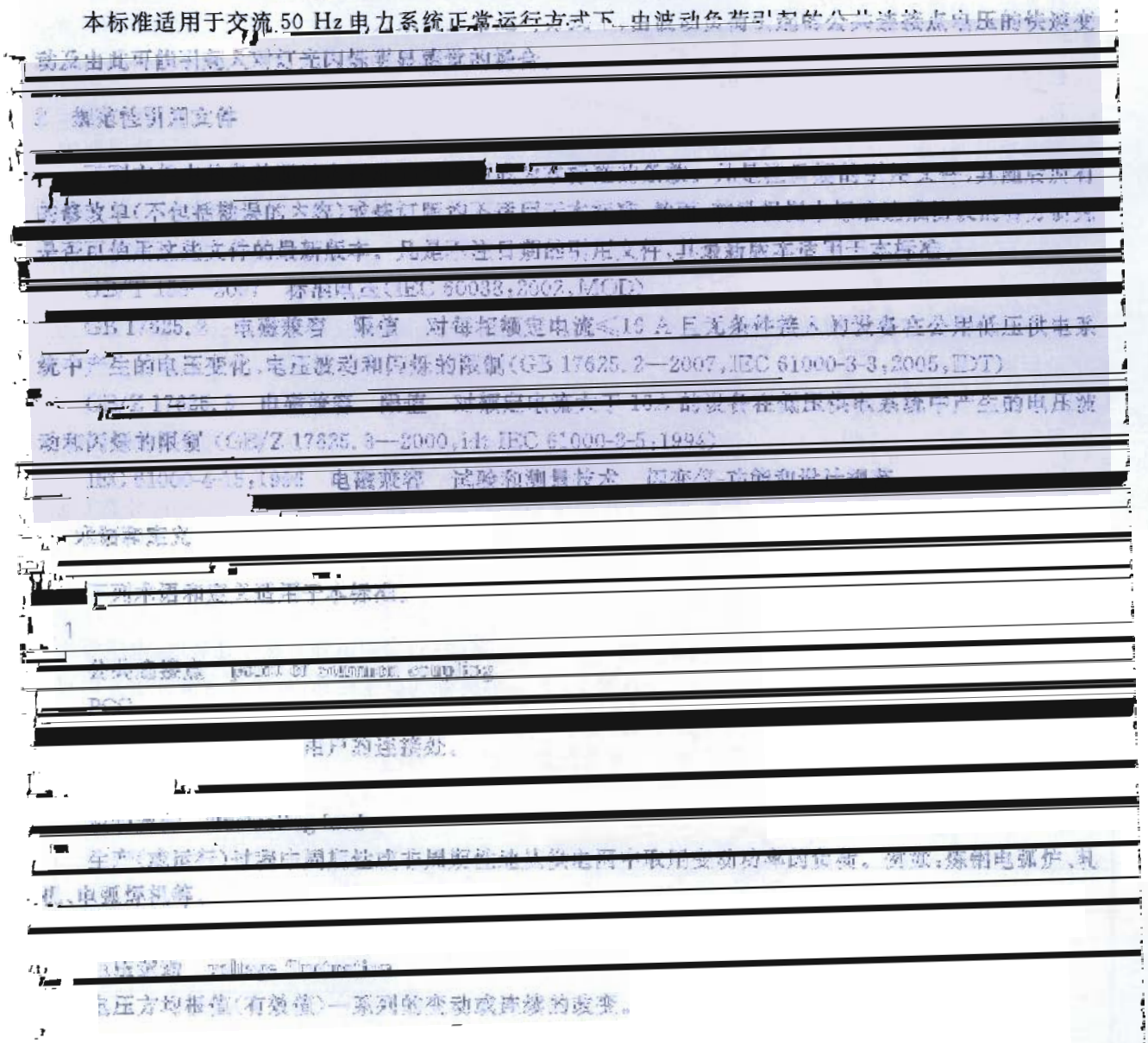
本标准所代替标准的

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快速变动及由其可能引起灯光闪烁要引起的测量。



2　规范性引用文件

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，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 156—2007　标准电压(IEC 60038:2002,MOD)

GB 17625.2　电磁兼容　限值　对每相额定电流≤16 A且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制(GB 17625.2—2007,IEC 61000-3-3:2005,IDT)

3.6

[redacted]

r

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

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)内一个统计量值(见附录A)，短时闪变的基本记录周期为10 min。

3.9

长时间闪变值 lon erit

P_{lt}

由短时间闪变值，反[redacted]时间闪变的基本记录周期为2 h。

3.10

累积概率函数 ive pro

CPF

其横坐标表示[redacted]值，纵坐[redacted]对应横坐标值[redacted]占整个[redacted]时间内的百分数(见图A.2)。

4 电压波动的限值

任何一个波动[redacted]电力[redacted]产生[redacted]限值和[redacted]频度、电压等级有关。对于电压变[redacted](例如[redacted]压波动，可通[redacted]测量电压方均根值曲线$U(t)$确定其中[redacted]度和

表1 电[redacted]

r/(次/h)	d/%	
	LV、MV	HV
	4	3

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_{lt} 都应满足表 2 闪变限值的要求。

表 2 闪变限值

P_{lt}	
≤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一般应满足下列要求。

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[illegible]闪变值，通过下列[illegible]计算获得波动负荷单独引起的长时间闪变值：

$$P_{lt3}=\sqrt[3]{P_{lt1}^3-P_{lt2}^3} \quad \cdots\cdots(1)$$

式中：

P_{lt1}——波动负荷投入时的长时间闪变测量值；

P_{lt2}——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_{lt3}——波动负荷单独引起的长时间闪变值。

单个用户闪变限值 E_i 为：

$$E_i = G\sqrt[3]{\frac{S_i}{S_t}\cdot\frac{1}{F}} \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

F——波动负荷的同时系数，其典型值 $F=0.2\sim0.3$（但必须满足 $S_i/F\leqslant S_t$），高压（HV）系统 PCC 总供电容量 S_{tHV} 确定方法见附录 B。

5.2.4 第三级规定。不满足第二级规定的单个波动负荷用户，经过治理后仍超过其闪变限值，可根据 PCC 点实际闪变状况和电网的发展预测适当放宽限值，但 PCC 点的闪变值必须符合 5.1 的规定。

6 电压波动的测量和估算

电压波动可以通过电压方均根值曲线 $U(t)$ 来描述，电压变动 d 和电压变动频度 r 则是衡量电压波动大小和快慢的指标。

电压变动 d 的定义表达式为：

$$d=\frac{\Delta U}{U_{N}}\times100\% \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：

ΔU——电压方均根值曲线上相临两个极值电压之差；

U_N——系统标称电压。

当电压变动频度较低且具有周期性时，可通过电压方均根值曲线 $U(t)$ 的测量，对电压波动进行评估。单次电压变动可通过系统和负荷参数进行估算。

当已知三相负荷的有功功率和无功功率的变化量分别为 ΔP_i 和 ΔQ_i 时，可用下式计算：

$$d=\frac{R_L\Delta P_i+X_L\Delta Q_i}{U_N^2}\times100\% \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中：R_L、X_L 分别为电网阻抗的电阻、电抗分量。

在高压电网中，一般 $X_L\gg R_L$，则：

$$d\approx\frac{\Delta Q_i}{S_{sc}}\times100\% \qquad \cdots\cdots(6)$$

式中：

S_{sc}——考察点（一般为 PCC）在正常较小方式下的短路容量。

在无功功率的变化量为主要成分时（例如大容量电动机启动），可采用式（7）、式（8）进行粗略估算。

对于平衡的三相负荷：

$$d\approx\frac{\Delta S_i}{S_{sc}}\times100\% \qquad \cdots\cdots(7)$$

式中：

ΔS_i——三相负荷的变化量。

对于相间单相负荷：

$$d\approx\frac{\sqrt{3}\Delta S_i}{S_{sc}}\times100\% \qquad \cdots\cdots(8)$$

式中：

ΔS_i——相间单相负荷的变化量。

间闪变 P_{st} 和长时间闪变值 P_{lt} 来衡量。短时间闪变值 P_{st} 的计算方法见附录 A，长时间闪变值 P_{lt} 由测量时间段内包含的短时间闪变值 P_{st} 计算获得：

$$P_{lt}=\sqrt[3]{\frac{1}{12}\sum_{j=1}^{12}(P_{stj})^3} \qquad \cdots\cdots(9)$$

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 $d_{1.0\%}$，计算出其短时间闪变值：

$$P_{st}=\frac{d}{d_{1.0\%}} \qquad \cdots\cdots(10)$$

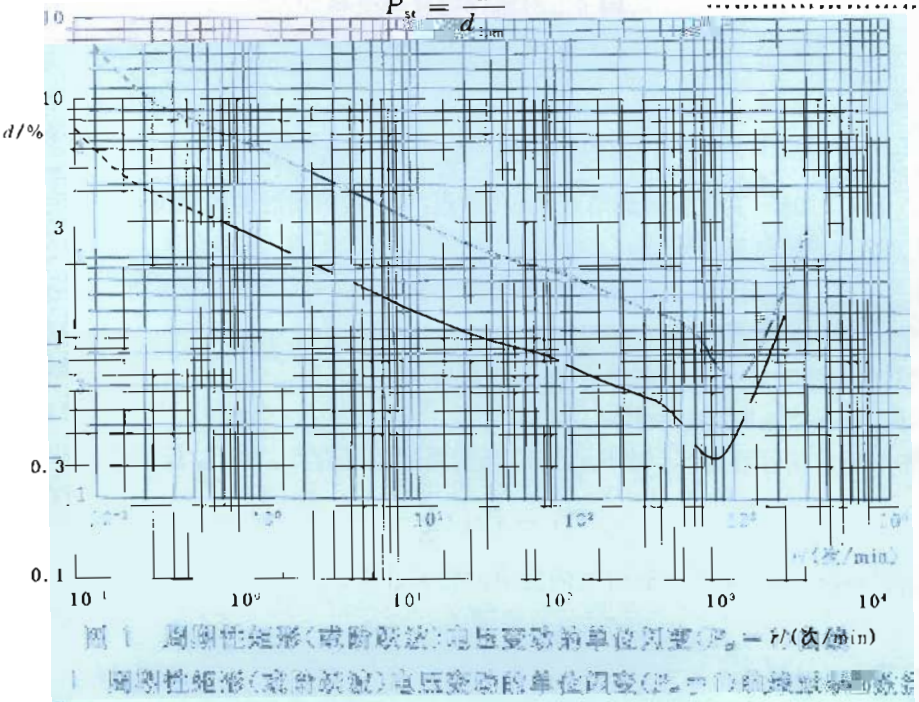


图 1 周期性矩形(或阶跃波)电压变动的单位闪变($P_{st}=1$)曲线

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
R/(次/min)	0.76	0.84	0.95	1.05	1.20	1.36	1.5	1.78	2.05	2.39	2.7	3.29	3.92
d/%	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.95	0.9	0.8	0.80	0.75
R/(次/min)	4.71	5.72	7.04	8.79	11.1	14.44	19.10	26.6	32.0	39.0	48.7	61.8	80
d/%	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.32	0.3	0.3	0.40	0.45
R/(次/min)	110	175	275	380	475	580	690	795	1 05	1 180	1 400	1 620	1 800

8 闪变的叠加和传递

8.1 n 个波动负荷各自引起的闪变及背景闪变在同一节点上相互叠加，其短时间闪变值可按下式计算：

式中：

m——值取决于主要闪变源的性质及其工况的重叠可能性；

$m=1$——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：

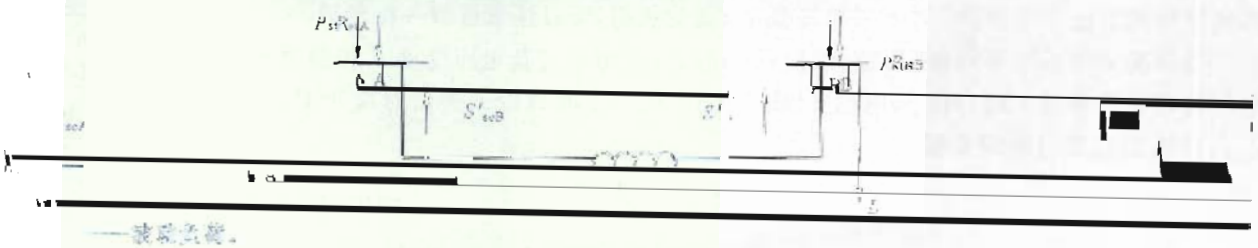


图2 闪变传递计算示意

$$P_{stA}=T_{BA}\cdot P_{stB} \qquad \cdots\cdots(12)$$

式中：

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

P_{stA}——结点A上的短时间闪变值；

P_{stB}——结点B上的短时间闪变值；

S'_{scA}——结点B短路时结点A流向结点B的短路容量；

S_{scA}——结点A的短路容量；

S_{scB}——结点B短路时结点B流向结点A的短路容量；

L——波动负荷。

附 录 A
（规范性附录）
闪变的测量和计算式

根据 IEC 61000-4-15:1996 制造的 IEC 闪变仪是目前国际上通用的测量闪变的仪器，有模拟式的也有部分或全部是数字式的结构，其简化原理框图如图 A.1 所示。

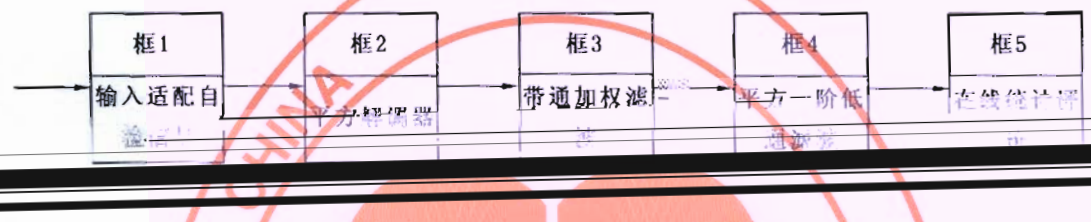
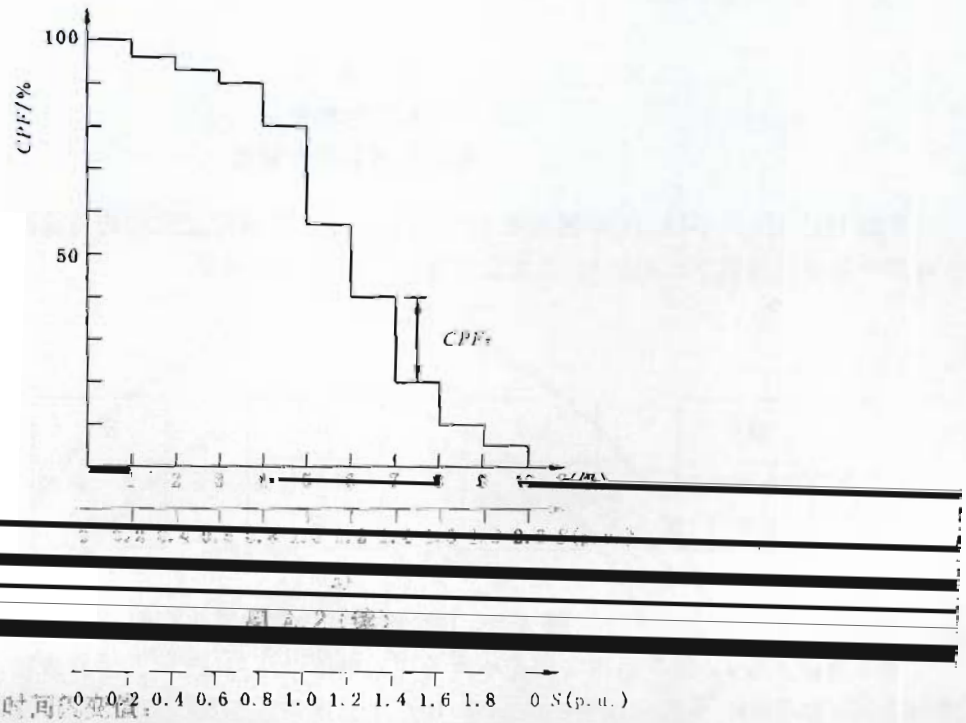


图 A.1 IEC 闪变仪模型的简化框图



b)

图 A.2（续）

由 *CPF* 曲线获得短时间闪变值：

$$P_{st}=\sqrt{0.031\,4P_{0.1}+0.052\,5P_1+0.065\,7P_3+0.28P_{10}+0.08P_{50}} \quad \cdots\cdots(\text{A.1})$$

式中：

$P_{0.1}$、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_{lt}由测量时间段内包含的短时间闪变值计算获得：

$$P_{lt}=\sqrt[3]{\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}(P_{stj})^3} \quad \cdots\cdots(\text{A.2})$$

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_{lt}由图 A.1 框 5 输出。

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 等用户)，其

[redacted]

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，则按第二种近似估算。

第二种近似估算：如图 B.1 所示。设 1 为所考虑的结点，2、3 [redacted] 近有较大波动负荷的结点。先按第一种估算法，求出 S_{HV1}、S_{HV2}、S_{HV} [redacted] 所求出工频下 [redacted] 数 K_{2-1} [redacted]。“传递系数”K_{j-i} 是结点 j 注入 1 p.u. 电压时在 [redacted] 的电压。K_{j-i} 计算一般 [redacted] 设计 [redacted] 机 [redacted] 8.2 给出简化的算法，

[redacted]

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，也与电弧炉的类型、炉变参数、短网、冶炼的工艺、炉料的状况等有关。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：

$$P_{lt} = K_{lt} \cdot d_{max} \qquad \cdots\cdots (C.1)$$

式中：

K_{lt}——交流电弧炉一般取 0.48；

K_t——直流电弧炉一般取 0.30；

K_l——精炼电弧炉一般取 0.20；

康斯丁(CONSTEEL)电弧炉 K_{lt} 一般取 0.25。

附 录 D
（资料性附录）
闪变合格率统计方法

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：

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

闪变状况通常可通过闪变合格率的统计方法进行评估。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：

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

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：

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

式中：

m——年(季)度的闪变合格率统计月数。

参 考 文 献

[1] GB/Z 17625.5—2000 电磁兼容 限值 中、高压电力系统中波动负荷发射限值的评估

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