

ICS 29.020
K 04



中华人民共和国国家标准

GB/T 15543—2008
代替 GB/T 15543—1995

电能质量 三相电压不平衡

Power quality—Three-phase voltage unbalance

2008-06-18 发布

2009-05-01 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

发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语与定义	1
4 电压不平衡度限值	2
5 用户引起的电压不平衡度允许值换算	2
6 不平衡度的测量和取值	2
附录 A (资料性附录) 不平衡度的计算	4
参考文献	5

前 言

本标准代替 GB/T 15543—1995《电能质量 三相电压允许不平衡度》。

和 GB/T 15543—1995 相比较,这次修订的主要内容有:

- 修订了本标准的适用范围,明确了“瞬时和暂时的不平衡问题不适用于本标准”。
- 增加了低压配电系统零序不平衡度的相关内容。同时,将原标准中所有的“不平衡度”改为“负序不平衡度”。
- 将原标准的“不平衡度的测量和取值”内容由附录提升至标准正文,并对测量时间、测量方法进行了调整。对波动负荷引起的不平衡,测量时间规定为 24 h,每个不平衡度的测量间隔调整为 1 min;而对系统的公共连接点,测量时间调整为一周,每个不平衡度的测量间隔为 1 min 的整数倍。
- 因为测量方法成了新标准的内容,对标准的名称进行了修改,将“三相电压允许不平衡度”修改为“三相电压不平衡”。同时标准的“电能质量”一词的英文翻译进行调整,使之与电能质量的其他标准保持一致。
- 增加了“规范性引用文件”的内容,并对术语进行了扩充。
- 明确规定三相不平衡度为基波分量的不平衡度。
- 对附录的“不平衡度计算”内容进行了调整。

本标准的附录 A 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:武汉国测科技股份有限公司、中国电力科学研究院、中机生产力促进中心、国网武汉高压研究院、中铁第四勘察设计院集团有限公司、武汉钢铁工程技术集团、哈尔滨电工仪表研究所、浙江省电力试验研究院、广东电网公司电力科学研究院、江苏省电力试验研究院有限公司、中冶京诚工程技术有限公司、北京交通大学电气工程学院、江西电力试验研究院、华中科技大学电气与电子工程学院。

本标准主要起草人:侯铁信、卜正良、林海雪、刘迅、李澍森、黄足平、邹家武、张建平、梅桂华、李照阳。

本标准参与起草人:景德炎、顾文、曾幼云、吴命利、万卫、林湘宁、程利军。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 15543—1995。

电能质量 三相电压不平衡

1 范围

本标准规定了三相电压不平衡的限值、计算、测量和取值方法。

本标准适用于标称频率为 50 Hz 的交流电力系统正常运行方式下由于负序基波分量引起的公共连接点的电压不平衡及低压系统由于零序基波分量而引起的公共连接点的电压不平衡。

电气设备额定工况的电压允许不平衡度和负序电流允许值仍由各自标准规定,例如旋转电机按 GB 755 要求规定。

瞬时和暂时的不平衡问题不适用于本标准。

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/T 12325 电能质量 供电电压偏差

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电压不平衡 voltage unbalance

三相电压在幅值上不同或相位差不是 120° ,或兼而有之。

3.2

不平衡度 unbalance factor

指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方均根值百分比表示。电压、电流的负序不平衡度和零序不平衡度分别用 ϵ_{U2} 、 ϵ_{U0} 和 ϵ_{I2} 、 ϵ_{I0} 表示。

3.3

正序分量 positive-sequence component

将不平衡的三相系统的电量按对称分量法分解后其正序对称系统中的分量。

3.4

负序分量 negative-sequence component

将不平衡的三相系统的电量按对称分量法分解后其负序对称系统中的分量。

3.5

零序分量 zero-sequence component

将不平衡的三相系统的电量按对称分量法分解后其零序对称系统中的分量。

3.6

公共连接点 point of common coupling

电力系统中一个以上用户的连接处。

3.7

瞬时 instantaneous

用于量化短时间变化持续时间的修饰词,其时间范围为工频 0.5 周波~30 周波。

3.8

暂时 momentary

用于量化短时间变化持续时间的修饰词,指时间范围为工频 30 周波~3 s。

3.9

短时 temporary

用于量化短时间变化持续时间的修饰词,指时间范围为 3 s~1 min。

4 电压不平衡度限值

4.1 电力系统公共连接点电压不平衡度限值为:

电网正常运行时,负序电压不平衡度不超过 2%,短时不得超过 4%;

低压系统零序电压限值暂不作规定,但各相电压必须满足 GB/T 12325 的要求。

注 1: 本标准中不平衡度为在电力系统正常运行的最小方式(或较小方式)下、最大的生产(运行)周期中负荷所引起的电压不平衡度的实测值。

注 2: 低压系统是指标称电压不大于 1 kV 的供电系统。

4.2 接于公共连接点的每个用户引起该点负序电压不平衡度允许值一般为 1.3%,短时不超过 2.6%。根据连接点的负荷状况以及邻近发电机、继电保护和自动装置安全运行要求,该允许值可作适当变动,但必须满足 4.1 的规定。

5 用户引起的电压不平衡度允许值换算

负序电压不平衡度允许值一般可根据连接点的正常最小短路容量换算为相应的负序电流值作为分析或测算依据,邻近大型旋转电机的用户其负序电流值换算时应考虑旋转电机的负序阻抗。有关不平衡度的计算见附录 A。

6 不平衡度的测量和取值

6.1 测量条件

测量应在电力系统正常运行的最小方式(或较小方式)下,不平衡负荷处于正常、连续工作状态下进行,并保证不平衡负荷的最大工作周期包含在内。

6.2 测量时间

对于电力系统的公共连接点,测量持续时间取一周(168 h),每个不平衡度的测量间隔可为 1 min 的整数倍;对于波动负荷,按 6.1 规定,可取正常工作日 24 h 持续测量,每个不平衡度的测量间隔为 1 min。

6.3 测量取值

对于电力系统的公共连接点,供电电压负序不平衡度测量值的 10 min 方均根值的 95% 概率大值应不大于 2%,所有测量值中的最大值不大于 4%。对日波动不平衡负荷,供电电压负序不平衡度测量值的 1 min 方均根值的 95% 概率大值应不大于 2%,所有测量值中的最大值不大于 4%。

对于日波动不平衡负荷也可以时间取值:日累计大于 2% 的时间不超过 72 min,且每 30 min 中大于 2% 的时间不超过 5 min。

注 1: 为了实用方便,实测值的 95% 概率值可将实测值按由大到小次序排列,舍弃前面 5% 的大值取剩余实测值中的最大值。

注 2: 以时间取值时,如果 1 min 方均根值超过 2%,按超标 1 min 进行时间累计。

注 3: 所有测量值是指以 6.4 要求得到的所有测量结果。

6.4 不平衡度测量仪器应满足本标准的测量要求,仪器记录周期为 3 s,按方均根取值。电压输入信号基波分量的每次测量取 10 个周波的间隔。对于离散采样的测量仪器推荐按式(1)计算:

$$\epsilon = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \epsilon_k^2} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- ϵ_k ——在 3 s 内第 k 次测得的不平衡度;
- m ——在 3 s 内均匀间隔取值次数($m \geq 6$)。

对于特殊情况由供用电双方另行商定。

注: 6.3 中 10 min 或 1 min 方均根值系由所有记录周期的方均根值的算术平均求取。

6.5 仪器的不平衡度测量误差:

电压不平衡度的测量误差应满足式(2)规定:

$$|\epsilon_U - \epsilon_{UN}| \leq 0.2\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- ϵ_{UN} ——电压不平衡度实际值;
- ϵ_U ——电压不平衡度的仪器测量值实际值。

电流不平衡度的测量误差应满足式(3)规定:

$$|\epsilon_I - \epsilon_{IN}| \leq 1\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

- ϵ_{IN} ——电流不平衡度实际值;
- ϵ_I ——电流不平衡度的仪器测量值实际值。

附录 A
(资料性附录)
不平衡度的计算

A.1 不平衡度的表达式

$$\begin{cases} \epsilon_{U2} = \frac{U_2}{U_1} \times 100\% \\ \epsilon_{U0} = \frac{U_0}{U_1} \times 100\% \end{cases} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

U_1 ——三相电压的正序分量方均根值,单位为伏(V);

U_2 ——三相电压的负序分量方均根值,单位为伏(V);

U_0 ——三相电压的零序分量方均根值,单位为伏(V)。

将式(A.1)中 U_1 、 U_2 、 U_0 换为 I_1 、 I_2 、 I_0 则为相应的电流不平衡度 ϵ_{I2} 和 ϵ_{I0} 的表达式。

A.2 不平衡度的准确计算式

A.2.1 在三相系统中,通过测量获得三相电量的幅值和相位后应用对称分量法分别求出正序分量、负序分量和零序分量,由式(A.1)求出不平衡度。

A.2.2 在没有零序分量的三相系统中,当已知三相量 a 、 b 、 c 时也可以用式(A.2)求负序不平衡度:

$$\epsilon_2 = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6L}}{1 + \sqrt{3 - 6L}}} \times 100(\%) \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$$L = (a^4 + b^4 + c^4) / (a^2 + b^2 + c^2)^2$$

A.3 不平衡度的近似计算式

A.3.1 设公共连接点的正序阻抗与负序阻抗相等,则负序电压不平衡度为:

$$\epsilon_{U2} = \frac{\sqrt{3}I_2U_L}{S_k} \times 100(\%) \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

I_2 ——负序电流值,单位为安(A);

S_k ——公共连接点的三相短路容量,单位为伏安(VA);

U_L ——线电压,单位为伏(V)。

A.3.2 相间单相负荷引起的负序电压不平衡度可近似为:

$$\epsilon_{U2} \approx \frac{S_L}{S_k} \times 100\% \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

S_L ——单相负荷容量,单位为伏安(VA)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18039.4—2003 工厂低频传导骚扰的兼容水平(IEC 61000-2-4:1994,IDT)
 - [2] GB/T 19862—2005 电能质量监测设备通用要求
 - [3] IEC 61000-4-30:2003 电磁兼容(EMC) 第4部分:试验和测量技术 电能质量测量方法
-